

revista **CARTOGRÁFICA**



**Instituto Panamericano
de Geografía e Historia**

Números 85/86
Enero 2009-Diciembre 2010



**AUTORIDADES
DEL
INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA
2009-2013**

PRESIDENTE Prof. Héctor O. J. Pena Argentina
VICEPRESIDENTE M. Sc. Bruce W. Presgrave EUA

SECRETARIO GENERAL
M. Sc. Santiago Borrero Mutis
Colombia

COMISIÓN DE CARTOGRAFÍA
(Chile)
Presidenta:
Cart. Alejandra Coll Escanilla

COMISIÓN DE GEOGRAFÍA
(Argentina)
Presidente (I):
Prof. Héctor O. J. Pena

Vicepresidente:
Crnl. Rodrigo Maturana Nadal

Vicepresidente:
(por designar)

COMISIÓN DE HISTORIA
(Brasil)
Presidenta:
Dra. Maria Cristina Mineiro Scatamacchia

COMISIÓN DE GEOFÍSICA
(Costa Rica)
Presidente:
Dr. Walter Fernández Rojas

Vicepresidente:
Dr. Carlos de Almeida Prado Bacellar

Vicepresidente:
M. Sc. Walter Montero Pohly

MIEMBROS NACIONALES DE LA COMISIÓN DE CARTOGRAFÍA

Argentina:	Lic. Liliana Weisert
Belice:	
Bolivia:	May. Juan José Contreras Cabana
Brasil:	Isabel de Fátima Teixeira Silva
Chile:	Sr. Jorge Espinoza Nanjarí
Colombia:	Ing. Miguel Ángel Cárdenas Contreras
Costa Rica:	M.Sc. Max Alberto Lobo Hernández
Ecuador:	May. Ing. Richar Saavedra
El Salvador:	
Estados Unidos:	Leslie Armstrong
Guatemala:	Ing. Marcos Osmundo Sutuc Carillo
Haití:	
Honduras:	Arq. Marilyn Villatoro
México:	Biol. Francisco Takaki Takaki
Nicaragua:	
Panamá:	Lic. Israel Sánchez
Paraguay:	Ing. Lorenzo A. Centurión C.
Perú:	My. EP Jesús Vargas Martínez
Rep. Dominicana:	Cnel. Rosanna L. Pons Peguero
Uruguay:	Tte. Cnel. Héctor C. Rovera
Venezuela:	Ing. Sergio Rodríguez

COMITÉS DE LA COMISIÓN DE CARTOGRAFÍA

Fortalecimiento Institucional y Cooperación Técnica
Infraestructura de Datos Espaciales
Cartografía Temática
Geodesia

INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA

revista **CARTOGRÁFICA**



NÚMEROS 85/86

ENERO 2009–DICIEMBRE 2010

REVISTA CARTOGRÁFICA

Publicación semestral fundada en 1952
Indizada en PERIÓDICA

La preparación de la REVISTA CARTOGRÁFICA

está a cargo del editor:

Geógrafo Hermann Manríquez Tirado

Instituto Geográfico Militar

Nueva Santa Isabel No. 1640

Santiago de Chile

Teléfono: (562) 410-9314 y 410-9313

Correo electrónico: hmanriquez@igm.cl / hmanriquezt@yahoo.es

Comité Editorial

Hermann Manríquez Tirado

Osvaldo Muñiz Solari

Luiz Paulo Souto Fortes

Canje, venta y distribución de publicaciones, escribir a:

Instituto Panamericano de Geografía e Historia

Secretaría General

Apartado Postal 18879

11870 México, D.F.

Teléfonos: (5255)5277-5888, 5277-5791 y 5515-1910 Fax: (5255)5271-6172

Correos electrónicos: info@ipgh.org y/o publicaciones@ipgh.org

<http://www.ipgh.org>

Las opiniones expresadas en notas, informaciones, reseñas y trabajos publicados en la REVISTA CARTOGRÁFICA, son de la exclusiva responsabilidad de sus respectivos autores. Los originales que aparecen sin firma ni indicación de procedencia son de la Dirección de la Revista.

En cumplimiento con la resolución IX de la XIV Reunión del Consejo Directivo del IPGH, celebrada en julio de 1972, en Buenos Aires, Argentina, se advierte que:

“Los límites que aparecen en los mapas de esta publicación no están, en algunos casos, finalmente determinados y su reproducción no significa aprobación oficial o aceptación por el Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH)”.

Foto portada: Dibujo presentado al concurso pictórico Bárbara Petchenik durante la 24a Conferencia Cartográfica Internacional ICC2009, realizada en Santiago de Chile. Título: Mi mundo ideal. Autor: Felipe Alfonso Cárdenas Maragano. Edad: 13 años. El premio Bárbara Petchenik fue creado por la Asociación Cartográfica Internacional en 1993 como memoria a Bárbara Petchenik, ex vice presidente de la ICA y cartógrafo, quien trabajó durante su vida con mapas relacionados a niños. El objeto del concurso es promover la representación creativa del mundo en forma gráfica por niños.

Cover Photo: Drawing submitted to the Barbara Petchenik Art Contest during the 2009 24th International Cartography Conference (ICC) held in Santiago, Chile entitled “My Ideal World”, by Felipe Alfonso Cardenas Maragano, age 13. The Barbara Petchenik Award was created by the International Cartographic Association in 1993 as a memorial for Barbara Petchenik, a past Vice president of the ICA and cartographer who worked through her life with maps related to children. The aim of the contest is to promote the creative representation of the world in graphic form by children.

revista **CARTOGRÁFICA**

NÚMEROS 85/86

MÉXICO ENERO 2009–DICIEMBRE 2010

Contenido

Nota Editorial	5
Editorial Note	6
The International Cartographic Association and Educational Outreach <i>William Cartwright</i>	7
Integración de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador a SIRGAS (SIRGAS-ES2007) <i>Carlos Figueroa</i> <i>Wilfredo Amaya</i> <i>Laura Sánchez</i>	19
O Estado da arte da coleta dos nomes geográficos no Brasil <i>Cláudio João Barreto dos Santos</i> <i>Paulo Márcio Leal de Menezes</i>	35
Técnicas geomáticas aplicadas al control de los glaciares rocosos. Comparación de los glaciares rocosos de Doesen (Alpes), Posets (Pirineos) y Corral del Veleta (Sierra Nevada) <i>José Juan de San José Blasco</i> <i>Atkinson Gordo</i> <i>Viktor Kaufmann</i> <i>Antonio Gómez Ortiz</i> <i>Ferran Salvador Franch</i> <i>Enrique Serrano Cañadas</i> <i>Juan José González Trueba</i>	45

SIT, aplicaciones y beneficios en los Gobiernos Locales

Luis Andrés Valenzuela Olivares

63

Una visión de la incorporación de aspectos de sostenibilidad en la planificación de ciudades costeras del Área Metropolitana de Concepción

Carolina Rojas

Edilia Jaque

Bernardo Suazo

Ricardo Utz

83

A comunicação cartográfica nos mapas táticos

Ruth Emilia Nogueira

99

Cartographic Representation of the Results of the Different Phases of a Seismic Hazard Assessment in Central America

Yolanda Torres Fernández

117

A informação espacial como estratégia metodológica para a análise de redes sociais

Luciene Stamato Delazari

Maria Cecilia Bonato Brandalize

Samira Kauchakje

137

Chile's strategic cities: the unknown soviet military mapping program of major chilean urban centers

Kent Lee

161

Nota Editorial

En noviembre de 2009 se realizó en Santiago de Chile, la “24a Conferencia Cartográfica Internacional ICC 2009”. Este evento, realizado por primera vez en Sudamérica, puede ser considerado un hito destacado ya que logró convocar bajo el slogan “Soluciones geoespaciales del Mundo”, a muchos especialistas de la cartografía, la percepción remota, los sistemas de información geográfica y la geodesia.

La planificación de la ICC 2009 estuvo a cargo del Instituto Geográfico Militar de Chile quien diseñó una estructura basada en un comité organizador encabezado por su Director y una serie de subcomités que tuvieron misiones, actividades y tareas específicas. La presidenta de la comisión de cartografía del IPGH, profesora Alejandra Coll Escanilla formó parte del subcomité científico en la condición de presidente, acompañada de académicos de escuelas e institutos de cartografía y geografía de universidades chilenas.

El éxito de la ICC puede ser medido bajo diferentes parámetros, pero sin duda uno de los más importantes se relaciona con el número de trabajos expuestos y el número de asistentes que participaron en las diferentes instancias y actividades del programa científico. Los más de 600 trabajos recibidos fueron obtenidos mediante una permanente actividad de difusión de los objetivos, alcances y principales características de esta conferencia.

Sin duda la ICC 2009 significó un esfuerzo mayor para los organizadores quienes debieron preocuparse no sólo de los aspectos administrativos y de coordinación, sino también de las materias técnicas y científicas en las que se fundamentó la conferencia. Varios de los países miembros del IPGH fueron representados mediante profesionales y académicos en este importante evento internacional, permitiendo de este modo crear y fortalecer contactos que debiesen transformarse en importantes lazos de cooperación entre nuestros países y con otros del resto del mundo.

La *Revista Cartográfica* publica en este número varios de los trabajos que fueron expuestos inicialmente en la conferencia y que presentan nuevos avances en cada una de las temáticas que allí fueron presentadas. Sin duda la *Revista Cartográfica* es un referente importante dentro del mundo panamericano y que da cuenta de cuáles son las actuales herramientas y metodologías disponibles en el avance del conocimiento práctico en el campo de las geociencias.

Geog. Hermann Manríquez Tirado
Editor en Jefe
Revista Cartográfica

Editorial Note

In November 2009, in Santiago, Chile, the 24th International Cartographic Conference - ICC 2009 was held. This event, held for the first time in South America, may be considered an outstanding accomplishment as it succeeded in convening many specialists in cartography, remote sensing, geographic information systems and geodesy under the slogan “Geospatial Solutions for the World”.

ICC 2009 was planned by the Military Geographic Institute of Chile, which set up an organizing committee led by the IGM Director and structured with a series of sub-committees assigned to specific tasks. The President of the PAIGH Cartography Commission, professor Alejandra Coll Escanilla joined the Scientific Sub-Committee to lead it as chair, together with academics from Chilean university geography departments and cartographic institutes.

The success of the ICC can be viewed in various parameters, but without doubt one of the most important concerns the number of submissions and the number of attendees who participated in the various activities of the scientific schedule. More than 600 submissions were received as a result of continuous promotion in public of the objectives, scope and main features of this conference.

Without doubt ICC 2009 meant a major effort for the organizers, who needed to take care of not only the coordination and administrative aspects but also the technical and scientific subjects the conference was based on. Various PAIGH members states were represented by professional and academic figures at this important international event, in this way enabling contacts to be made and strengthened to become significant links for cooperation between these countries and with the rest of the world.

The *Revista Cartográfica* is publishing in this issue several articles that were initially presented at the conference and which show the progress made in the thematic areas that were treated there. Without doubt the *Revista Cartográfica* is a major reference point within the Pan American world and which reports the current status of the tools and methodologies available in the progress of practical knowledge in the geosciences.

Geog. Hermann Manríquez Tirado
Chief Editor
“*Revista Cartográfica*” (*Cartographic Journal*)

The International Cartographic Association and Educational Outreach

William Cartwright*

Resumen

La profesión cartográfica ha evolucionado apoyada por las técnicas de producción, almacenamiento, distribución y los recursos de comunicación digitales. Lo que también ha cambiado son las organizaciones que ejecutan programas de producción cartográfica y que “construyen” repositorios de conocimiento geográfico, digital y físico. Atrás quedaron los días de las grandes agencias cartográficas estatales que tenían sus métodos “probados y confiables” de captura, procesamiento y diseminación de datos. Hoy es el lugar de la pequeña agencia estatal, de los contratistas (grandes y pequeños), de las cooperaciones a nivel regional, nacional y global para publicar, y del productor/usuario de mapas. Esto a su vez ha llevado a cambios en las asignaturas de educación cartográfica; desde cursos que podrían ser descritos como focalizados, hacia cursos más generalistas. Atrás quedaron los días cuando un graduado podía adaptarse y absorber las prácticas y procedimientos internos de la organización en el primer día de trabajo. Todo ha cambiado, sin embargo subsiste la necesidad de productos geoespaciales útiles (y utilizables) exactos y oportunos, como lo es el fundamento esencial de nuestro quehacer.

Para que los alumnos tengan acceso a cursos relevantes y para que la industria se mantenga al día con el desarrollo tecnológico, la cartografía contemporánea y la ciencia de la información geográfica, es conveniente ofrecer cursos educacionales significativos. Esto puede ser realizado a través de cursos presenciales o bien por vía *on-line*. La Asociación Cartográfica Internacional (ICA) está comprometida con el apoyo a los cursos existentes y ofrece cursos especializados donde estos sean necesarios. Este artículo proporciona una visión general de las estrategias internacionales de la ICA en cuanto a la dirección de la transferencia de educación. Además, incluye ejemplos de la forma en la cual se han presentado cursos educacionales por la comunidad internacional de la ICA para la cartografía y la ciencia de la información geográfica.

Palabras clave: *Educación, organizaciones internacionales*.

* President of the International Cartographic Association.

Abstract

The cartographic profession has changed to one that is supported by contemporary digital production, storage and distribution devices and communication resources. What has also changed are the organisations that conduct mapping programmes and ‘build’ repositories of geographical knowledge, digital and material. Long gone are the days of large governmental mapping agencies that had their ‘tried and true’ methods of data capture, processing and dissemination. Today is the workplace of small government agency; contractors (large and small); regional, national and global publishing collaborations; and map producer/user. This, in turn, has led to changes in cartographic education courses, from what could be described as focused courses to more generalist courses. Gone are the days when a graduate could accommodate the in-house practices and procedures on day one of a job. Everything has changed, but the underlying need for useful (and usable), accurate and timely geospatial products remains as the essential underpinnings for what we do.

In order for students to have access to relevant courses and for industry to keep abreast with developments in technology and contemporary cartography and GI Science thinking it is important for relevant educational courses to be offered. This can be done through face-to-face courses or via on-line delivery. The International Cartographic Association (ICA) is committed to supporting existing educational courses and providing specialist courses where needed. This paper provides an overview of the ICA’s strategies towards the provision of education, internationally. It also gives examples about how educational courses have been presented by the ICA’s international cartography and GI Science community.

Key words: *Education, Outreach, International organizations.*

The International Cartographic Association is the world authoritative body for cartography, the discipline dealing with the conception, production, dissemination and study of maps. The ICA was founded on June 9, 1959, in Bern, Switzerland. The first General Assembly was held in Paris in 1961. The mission of the International Cartographic Association is to promote the discipline and profession of Cartography and GIScience in an international context.

The activities of the ICA are important for promoting and advancing the theory and praxis of cartography. Throughout its 50-year history, ICA has brought together researchers, government mapping agencies, commercial cartographic publishers, software developers, educators, earth and environmental scientists, and those with a passion for maps.

The International Cartographic Association exists:

- to contribute to the understanding and solution of world-wide problems through the use of cartography in decision-making processes
- to foster the international dissemination of environmental, economic, social and spatial information through mapping
- to provide a global forum for discussion of the role and status of cartography
- to facilitate the transfer of new cartographic technology and knowledge between nations, especially to the developing nations
- to carry out or to promote multi-national cartographic research in order to solve scientific and applied problems
- to enhance cartographic education in the broadest sense through publications, seminars and conferences
- to promote the use of professional and technical standards in cartography.

The Association works with national and international governmental and commercial bodies and with other international scientific societies to achieve these aims
(Adopted by the 10th General Assembly of the International Cartographic Association, Barcelona, Spain, 3 September 1995).

An important contribution that ICA makes through its international community is outreach and technology transfer. This is supported through direct ICA initiatives, the activities of Commissions and Working Groups and programmes conducted with ICA Affiliates.

The ICA Strategic Plan

The ICA Strategic Plan (ICA, 2010) provides a number of guidelines for implementing an Education plan. It covers both Education and Professional Practice.

Professional Practice

It notes that “Amateur and professional practice within the Geospatial sciences will change in nature, increasing the necessity for Continuing Professional Development”.

Education

The Strategy Plan proposes that the ICA should:

- Investigate ways to strengthen and monitor education programmes in Cartography, GIScience and related subjects at all levels: university; high school; elementary; and life-long learning
- Providing fora for discussions of education programs and curricula in Cartography and GIScience

- Develop information networks and virtual universities on Cartography and GIScience
- Organise educational courses on Cartography and GIScience in developing countries and for regional purposes
- Offer ‘master classes’ in GISystems/mapping to guide managers in spatial decision-making
- Investigate methods (and funding sources) to encourage the participation of students and other young members in ICA work.

It proposed the following actions:

- To analyse existing university curricula in Cartography and GI Science, and encourage promotion of the goals contained in the ICA mission
- To help widen the Cartographic/GIScience knowledge base and skills into new segments of Society
- To increase efforts directed to capacity-building, especially in developing countries, especially with reference to human resource development
- In co-operation with commercial suppliers, to develop virtual academy courses on Cartography and GIScience to support and complement what is currently available
- To provide geospatial data for educational use
- To establish a network of university/school teachers to provide a forum for discussion and the possibility for support
- To extend travel awards for young scientists; lower conference participation fees for students.

This paper reports on some of these actions being carried out by the ICA, its member nations, Commissions and Working Groups and affiliates.

The International Cartographic Association and education

The ICA’s Strategic Plan proposes a number of actions related to Ideas and Actions for the Organisation and in the Wider Operational Environments. Some of these actions that relate to education are:

- To help widen the Cartographic/GIScience knowledge base and skills into new segments of society
- To increase efforts directed to capacity-building, especially in developing countries, especially with reference to human resource development
- In co-operation with commercial suppliers, to develop virtual academy courses on Cartography and GIScience to support and complement what is on offer.

The ICA addresses these and other issues through direct ICA initiatives through its Executive and member organisations and with partners from ICA affiliates, sister societies and industry. The activities of Commissions and Working Groups and programmes provide the ‘powerhouse’ that supports these endeavours.

Commissions and Working Groups outreach activities

To achieve its aims the ICA operates through a number of Commissions and Working Groups. Commissions and Working Groups carry out the general operations of the ICA. They address the full range of scientific, technical and social research that is the mark of ICA activity. They achieve the transfer of knowledge about Cartography and GIScience and GI Science by publishing books and special editions of journals and running workshops and educational courses. Colleagues from the ICA community conduct these workshops on a volunteer basis, generally with the support of the national member organisation of ICA or the national mapping body.

Courses and workshops by ICA Commissions and Working Groups

ICA Commissions and Working Groups have conducted many outreach courses. Here, examples of some of the courses are provided.

The ICA Commission on Education and Training, in collaboration with the National Cartographic Center of Iran, ran a workshop on Cartography in Tehran, Iran in May 2009. Figure 1 shows some of the thirty participants at the workshop.



Figure 1. Participants in the Workshop on Cartography, Tehran, Iran, May 2009. Photograph courtesy ICA Commission on Education and Training.

This course followed a successful course run in 2008 —a hands-on web-mapping technologies— conducted by the ICA Commission on Maps and the Internet and organised by the National Cartographic Center of Iran. The workshop focused on the technological and methodological basics of delivering maps on the web, including such topics as basic tools, design questions, interactive functions and using map server technology. In July/August 2010 the ICA Commission on Education and Training will run training courses in Ho Chi Minh, Vietnam and Jakarta, Indonesia.

The ICA Commission on Management and Economics of Map Production has regularly organised workshops in Urumchi and at the Intercarto-conference and an ICA-sponsored workshop in Gent in 2009.

Through their input in the United Nations Group of Experts on Geographical Names, ICA cartographers have regularly participated in the toponymy course programme of UNGEGN. Courses have been held in Khartoum (2003), Bathurst (2004), Maputo (2004 and 2006), Malang (2005), Tunis (2007), Ouagadougou (2008), Vienna (2008), Timisoara (2008), and Nairobi (2009). The major item in these courses is the conveyance of the awareness of the importance of geographical names as part of a nation's spatial data infrastructure, and the need to collect these names correctly and efficiently for use on maps and in gazetteers.



Figure 2. Participants preparing for the names-collecting fieldwork UNGEGN toponymy course. At left – Tunis 2007, at right – Malang 2005. Photographs courtesy of Ferjan Ormeling.

The ICA Commission on Education and Training has developed a virtual course on Cartography and GIScience in collaboration with contributions from universities and individual academics. The courses have been provided by academics and practitioners from the international cartographic community. They can be accessed and used free of charge. The courses can be accessed via the Commission Web site at: <http://lazarus.elte.hu/cet/>. The image in Figure 3 shows the interface to one of the courses-Map projections-that are offered on-line.

Commission on Education and Training (CET)
International Cartographic Association – 2007-2011

MAP PROJECTIONS

Table of contents

- Introduction
- Classification
- Distortion
- Azimuthal projections
- Cylindrical projections
- Conic projections
- Conic-like projections
- Pseudocylindrical and miscellaneous
- Choosing a map projection
- Test your knowledge
- Web resources (links)
- Search this site
- About...



[Back] [Next]

Figure 3. Commission on Education and Training on-line course on map Projections.
Source: <http://lazarus.elte.hu/cet/>.

The ICA Working Group on Open Source Geospatial Technologies promotes multi-national holistic research in free and open source geospatial technologies in order to make accessible the latest developments in open source tools to the wider cartographic community. The WG attempts to enhance the usage of free and open source geospatial tools among the cartographic community worldwide, especially for education. The WG organises workshops with the aim to capacity building participants by providing hands on experience to develop skills in the application of open source geospatial software.

Courses in collaboration with industry

In collaboration with ESRI, Inc., a major sponsor of ICC2009 in Santiago-Chile, the Cartography with ArcGIS course was taught after the ICC2009 in November 2009. Mr. Makram Murad-al-shaikh, a Senior Instructor in GIS and Cartography at ESRI's Educational Services Department, taught the course. The course was offered free to all candidates attending the ICC2009 conference and later was opened to lead Chilean cartographic organisations. Nineteen attendees were trained for three days on both basic cartographic design principles together with hands-on training on ESRI's ArcGIS software tools for mapping design and production. All of the cartographic tools available in ArcGIS were explored with best practices taught on how to use them in hands-on exercises.



Figure 4. ICA Working Group on Open Source Geospatial Technologies course on open source geospatial software. Photograph courtesy of Suchith Anand.



Figure 5. ESRI's ArcGIS course, Santiago, Chile, November 2009. Photograph courtesy of Makram Murad-al-shaikh.

Seminars for students

In November 2009, in collaboration with SNIT (Sistema Nacional de Coordinación de Información Territorial), Chile, members of the ICA Commission on Geospatial Data Standards presented a seminar for Cartography and GIScience students and staff at Universidad Tecnológica Metropolitana del Estado de Chile (UTEM) in Santiago, Chile. Presentations covered the areas of 'INSPIRE', quality standards for the spatial data modeling, SNIT national spatial data infrastructure of Chile and standards for geographical information. Participants at the seminar are shown in Figure 6.

Graduate students' seminars

At the first ICA Symposium on Cartography for Central and Eastern Europe, in Vienna, Austria, in February 2009 included a special session where junior scientists presented their research work in a dedicated PhD/Master Forum. PhD students presented the results of their research and a panel of experienced researchers provided feedback to student presenters.



Figure 6. ICA Commission on Geospatial Data Standards presented a seminar for Cartography and GIScience students, Santiago, Chile, November 2010. Photograph courtesy of Antony Cooper.



Figure 7. Panel session at the PhD/Master Forum at the CEE Symposium 2009, Vienna. From left ICA Vice-President Prof. Dr. Georg Gartner, ICA President Prof. Dr. Dr. William Cartwright, Prof. Dr. Necla Ulugtuken, Prof. Dr. Ferjan Ormeling and ICA Immediate Past-President Prof. Dr. Milan Konečný. Photograph courtesy Géza Simon.

Education for children

The Barbara Petchenik Children's World Map Competition is organised every second year to coincide with biennial International Conference of the Association. This is a map design competition for children ages 15 years and younger. It is held to honor of the late Dr. Barbara Bartz Petchenik, a past Vice President of the ICA who was extremely interested in maps for children and children as cartographers. The competition is organised by the ICA Commission on Children in Cartography.

This competition has been taken-up by teachers around the world to involve their students in the world of mapping. One example of the local support to children to enter the competition in South Africa, where staff members from the Department of Geography of UNISA (University of South Africa) in Pretoria visited schools throughout the country to liaise with teachers and children and explain the competition theme - "Living in a globalized world". The photograph in Figure 8 shows Professor Elri Liebenberg, Chair of the ICA Commission on the History of Cartography, and former ICA Vice-President, in one of these classes conducted by UNISA.



Figure 8. Mapping class for children at the Department of Geography at the University of South Africa. Photograph courtesy of Elri Liebenberg.

The ICA Commission on Children in Cartography has worked with ESRI Press to publish books containing winning entries from the competition. In November 2009 a second book – *Children Map the World* (Figure 9) was published. It features 100 selected drawings from the 2005 and 2007 Barbara Petchenik Children's World Map Competition.

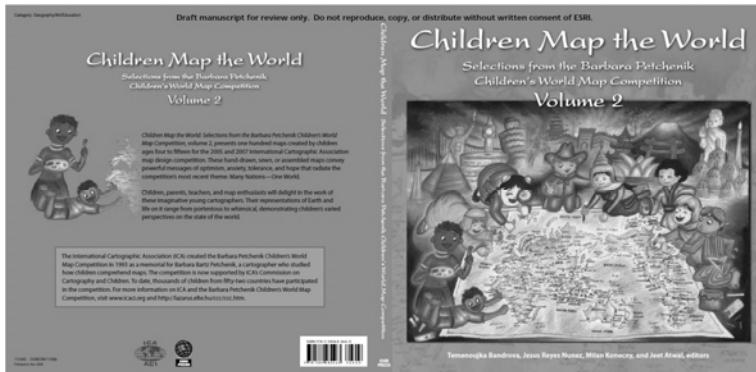


Figure 9. *Children Map the World* - Temenoujka Bandrova, José Jesús Reyes Nuñez, Milan Konečný and Jeet Atwal. Image courtesy ICA Commission on Children in Cartography.

Conclusion

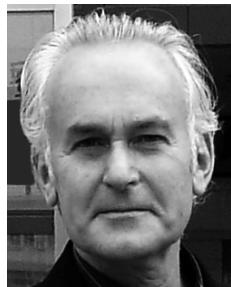
The activities of the ICA are important for promoting and advancing the theory and praxis of cartography. Throughout its 50-year history, ICA has brought together researchers, government mapping agencies, commercial cartographic publishers, software developers, educators, earth and environmental scientists, and those with a passion for maps. The Cartography and GIScience world has changed significantly since 1959 – the role and impact of ICA has been steadfast. Its mission is to support and promote Cartography and GIScience – globally. Its outreach programmes, in many instances conducted with national member organisations, affiliates and industry, are conducted to contribute to the transfer of knowledge and to foster the advancement of the discipline.

Acknowledgements

This paper was prepared with inputs from colleagues from the ICA international community. Thanks to Dr. Suchith Anand (Chair, ICA Open Source Geospatial Technologies Working Group), Dr. Antony Cooper (Chair, ICA Geospatial Data Standards Commission), Professor Dr. Philippe de Maeyer (Chair, ICA Management and Economics of Map Production Commission), Dr. David Fairbairn (ICA

Secretary-General/Treasurer), Assoc. Professor Dr. David Fraser (Chair, ICA Education and Training Commission), Professor Dr. Georg Gartner (Vice-President ICA), Professor Elri Liebenberg (Chair, ICA History of Cartography Commission and former Vice-President of ICA), Makram Murad-al-shaikh (ESRI, Inc.), Professor Dr. Ferjan Ormeling (Former Secretary-General/Treasurer ICA, Vice-Chairman of the UN Group of Experts on Geographical Names (UNGEN) and Convenor of the UNGEGN Working Group for Training Courses in Toponymy) and Professor Dr. Michael Peterson (Chair, ICA maps and the Internet Commission).

On the author



Professor Dr. William Cartwright is President of the International Cartographic Association. He is Professor of Cartography and Geographical Visualization in the School of Mathematical and Geospatial Sciences at RMIT University, Australia. He joined the University after spending a number of years in both the government and private sectors of the mapping industry. He is a Fellow of the Royal Geographical Society, a Fellow of the British Cartographic Society, an Honorary Fellow of the Mapping Sciences Institute Australia and an Honorary Fellow of the Surveying and Spatial Sciences Institute. He holds a Doctor of Philosophy from the University of Melbourne and a Doctor of Education from RMIT University. He has six other university qualifications - in the fields of cartography, applied science, education, media studies, information and communication technology and graphic design. He is the author of over 300 academic papers. His major research interest is the application of integrated media to cartography and the exploration of different metaphorical approaches to the depiction of geographical information.

Bibliography

- ICA (2003). "Strategic Plan", http://www.icaci.org/documents/reference_docs/ICA_Strategic_Plan_2003-08-16.pdf

Integración de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador a SIRGAS (SIRGAS-ES2007)

Carlos Figueroa*
Wilfredo Amaya*
Laura Sánchez**

Abstract

The reference frame of El Salvador is given by a GPS base network of 38 stations covering the entire country (*Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador*). It was observed by differential GPS positioning in partial sub-networks and in daily sessions between October and November 2007. Most of the reference stations were determined together with a secondary point in order to ensure the long-term stability of the network. The results presented here are based on a data processing carried out by DGFI (*Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut*) within the SIRGAS Working Group II (SIRGAS-WGII: Geocentric Datum) using the Bernese software V.5.0. The analysis strategy is based on the double difference approach, including the following characteristics: 1) Satellite orbits, satellite clock offsets, and Earth orientation parameters are fixed to the combined weekly solutions of the IGS (International GNSS Service); 2) The absolute calibration values for the antenna phase centre corrections published by the IGS are applied; 3) L1 and L2 phase ambiguities are solved following the quasi ionosphere free (QIF) strategy, including *a priori* ionosphere models; 4) The periodic site movements due to ocean tide loading are modeled according to the FES2004 ocean tide model; 5) The zenith delay due to the tropospheric refraction (wet part) is estimated at a 2 hours interval within the network adjustment; 6) For datum definition and control purposes, the processed data include 25 SIRGAS-CON stations (SIRGAS Continuously Operating Network) in the surrounding area. In a first step, free solutions for the daily sub-networks are computed applying the above characteristics. Then, these partial networks are com-

* Instituto Geográfico y del Catastro Nacional, 1a. Calle Pte. y 43 Ave. Norte, No. 2310, San Salvador, El Salvador.

** Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut (DGFI), Alfons-Goppel-Str. 11, D-80539, Munich, Alemania.

bined in the normal equation level into a unified solution, including all stations and all observation days. The geodetic datum is defined by constraining the coordinates of selected SIRGAS-CON stations. The final solution refers to SIRGAS reference frame (i.e. IGS05: the IGS realization of the ITRF2005), epoch 2007.8. Therefore, this solution is called SIRGAS-ES2007 (SIRGAS El Salvador 2007). The position accuracy is estimated to be in the order of ± 7 mm for the horizontal component and ± 20 mm for the vertical one. This paper describes the processing details and includes some recommendations to apply SIRGAS-ES2007 as reference network in further applications.

Key words: *El Salvador, SIRGAS, Reference framework, National geodetic network, GPS.*

Resumen

El marco de referencia de El Salvador está constituido por una red geodésica de referencia con 38 estaciones (Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador) distribuidas homogéneamente sobre el país. Dichas estaciones fueron determinadas en subredes mediante posicionamiento GPS diferencial en sesiones diarias entre octubre y diciembre de 2007. La mayoría de las estaciones de referencia cuenta con un punto auxiliar (estación excéntrica) de modo que se garantice la estabilidad y perdurabilidad de la red a largo plazo. Los resultados presentados en este reporte son los obtenidos del procesamiento adelantado por el DGFI (*Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut*) dentro de las actividades del Grupo de Trabajo II de SIRGAS (SIRGAS-GTII: Datum Geocéntrico). La estrategia de análisis aplicada se basa en el método de diferencias dobles (*doubles differences*), apoyado en las siguientes características de procesamiento: 1) Se introducen como valores conocidos las órbitas satelitales, los parámetros de orientación terrestre y las correcciones a los relojes de los satélites calculados por el IGS (*International GNSS Service*) en sus combinaciones semanales; 2) Las variaciones de los centros de fase de las antenas GPS utilizadas en la ocupación de la red son corregidas aplicando los valores absolutos publicados por el IGS; 3) Las ambigüedades de las ondas L1 y L2 se determinan mediante la estrategia QIF (*quasi ionosphere free*), incluyendo modelos ionosféricos *a priori*; 4) Los movimientos periódicos generados por la carga oceánica sobre las estaciones son reducidos de acuerdo con el modelo de mareas oceánicas FES2004; 5) El retardo causado por la refracción troposférica (componente húmeda de la troposfera) se estima dentro del ajuste de la red en intervalos de dos horas. 6) En el cálculo de la red se incluyen 25 estaciones SIRGAS-CON (red SIRGAS de operación continua) para definir el datum geodésico de la nueva red salvadoreña y validar las coordenadas obtenidas. Este procedimiento es aplicado para calcular soluciones libres de las subredes diarias. Posteriormente, las ecuaciones normales obtenidas son combinadas en una solución integral que incluye todas las estaciones y todos los días de observación. El datum geodésico se

define introduciendo como valores conocidos las coordenadas de una selección de estaciones SIRGAS-CON. El análisis completo de la red se adelanta con el software Bernese V. 5.0. Las coordenadas definitivas de la red están dadas en el marco de referencia SIRGAS (equivalente al IGS05, realización IGS del ITRF2005) para la época 2007.8, por ello la red se identifica como SIRGAS-ES2007 (SIRGAS El Salvador 2007). La precisión de las coordenadas finales se estima en torno a ± 7 mm para la componente horizontal y ± 20 mm para la vertical. Este artículo describe los principales detalles del ajuste de la red e incluye algunas recomendaciones para la utilización práctica de las coordenadas de referencia de la red SIRGAS-ES2007.

Palabras clave: *El Salvador, SIRGAS, marco de referencia, red geodésica nacional, GPS.*

Introducción

La Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador está compuesta por 38 estaciones distribuidas homogéneamente sobre el territorio nacional (Figura 1). 34 de ellas están materializadas por pilares (estaciones pasivas) y las 4 restantes (AIES, SNJE, SSIA, VMIG) son de operación continua. 28 de las estaciones pasivas cuentan con una estación excéntrica, que garantiza la perdurabilidad del punto de referencia en el evento de que el monumento principal sea alterado o desaparezca. Esta red fue determinada por la Gerencia de Geodesia del Instituto Geográfico y del Catastro Nacional (IGCN) del Centro Nacional de Registros (CNR) entre octubre y diciembre de 2007. Las estaciones de operación continua SNJE, SSIA, VMIG han sido incluidas gracias al apoyo de Profesor Ch. DeMets de la Northwestern University.

El objetivo principal de este trabajo es suministrar una plataforma de referencia moderna, precisa y confiable a los productores y usuarios de información georreferenciada en el país. Por esta razón, una de las condiciones fundamentales en el procesamiento de los datos GPS registrados es la integración de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador al marco de referencia continental SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas, Sánchez y Brunini 2009), el cual a su vez constituye la densificación regional del marco de referencia global (ITRF: *International Terrestrial Reference Frame*, www.iers.org/MainDisp.csl?pid=42-17). Esta integración garantiza que las coordenadas de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador estén definidas sobre el mismo sistema que sirve como base para el cálculo de las órbitas de los satélites GPS distribuidas por el Servicio Internacional GNSS (IGS: *International GNSS Service*, www.igs.org, Dow *et al.* 2005). De esta manera, los vértices de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador pueden ser utilizados como estaciones de referencia y sus coordenadas, junto con la efemérides satelitales del IGS, permiten obtener posiciones geodésicas referidas directamente al ITRF vigente.

Vale la pena mencionar que desde enero de 2002 (semana GPS 1150) el sistema de referencia *World Geodetic System* (WGS84) adoptó como realización al ITRF; es decir, desde esa fecha, éstos son idénticos.

La integración de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador en el marco continental SIRGAS se garantiza a través de su procesamiento simultáneo con estaciones SIRGAS de operación continua (SIRGAS-CON), las cuales a su vez, sirven de estaciones de referencia para el ajuste final de la red. De esta manera, así como SIRGAS es la densificación continental del ITRF, la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador es la densificación nacional de SIRGAS en este país, de allí esta red se denomina SIRGAS-ES2007.



Figura 1. Vértices de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador.

Mediciones GPS

La Unidad de Levantamiento de Control Geodésico de la Gerencia de Geodesia del IGCN realizó el posicionamiento GPS de los vértices de la red SIRGAS-ES2007 utilizando equipos Trimble (receptor NETRS, antena TRM41249.00) y Thales/Ashtech (Receptor Z-MAX, antena THA800961+REC). Para el efecto, se desarrollaron 36 sesiones diarias de ocho horas cada una, las cuales se distribuyeron durante los meses de octubre, noviembre y diciembre de 2007 (Anexo 1). Con el fin de realizar las vinculaciones correspondientes al marco de referencia SIRGAS/ITRF, 25 estaciones SIRGAS-CON (Figura 2) son calculadas simultáneamente con los vértices SIRGAS-ES2007 para cada uno los días mencionados.

Las observaciones de las estaciones SIRGAS-CON se obtuvieron de:

- Los bancos de datos del IGS (<http://www.igs.org/components/data.html>) para GOLD, PIE1, MDO1, ELEN, GUAT, SSIA, MANA, SCUB, GLPS, QUI1;

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, México) para LPAZ, HER2, MTY2, OAX, MERI, CHET;
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, Colombia) para ANDS, POPA, PERA, SAMA;
- Escuela de Topografía Catastro y Geodesia, Universidad Nacional (ETCG-UNA, Costa Rica) para ETCG;
- UNAVCO para NAS0, CBSB, GCGT;
- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB, Venezuela) para CRCS.



Figura 2. Estaciones SIRGAS-CON incluidas en el procesamiento de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador (SIRGAS-ES2007). Las estaciones GOLD, PIE1, MDO1, ELEN, GUAT, SSIA, MANA, SCUB, GLPS, QUI1 también están incluidas en la red global del IGS.

Preprocesamiento de los datos observados

Los datos de observación originales se transformaron al formato RINEX (*Receiver Independent Exchange Format*) y, dentro de las actividades del Grupo de Trabajo II

de SIRGAS (SIRGAS-GTII: Dárum Geocéntrico), éstos fueron transferidos al Instituto Alemán de Investigaciones Geodésicas (DGFI, *Deutsches Geodätisches Forschungsinstitut*, Munich, Alemania) para su procesamiento con el software científico Bernese Versión 5.0 (Dach *et al.* 2007). La depuración de la información comprendió los siguientes pasos:

- I. Verificación de los archivos según las convenciones RINEX;
- II. Unificación de los nombres de las estaciones y revisión del tipo de receptores y antenas utilizados;
- III. Control de las alturas de las antenas y, en los casos necesarios, reducción de la distancia inclinada a la distancia vertical;
- IV. Reducción de las alturas de las antenas al punto que sirve de referencia a las correcciones de las variaciones de los centros de fase.

A partir de este análisis, se excluyen del ajuste de la red las siguientes sesiones GPS: Estación BETO, día 30 de octubre de 2007 (la altura de la antena reportada en la hoja de campo presenta una inconsistencia de aproximadamente 50cm); estación LCAN, día 26 de octubre de 2007 (la hoja de campo correspondiente no se encuentra disponible para verificar la altura de la antena); estación HISH, día 13 de diciembre (se incluye la hoja de campo en el inventario del levantamiento, pero el RINEX correspondiente no se encuentra disponible). El Anexo 2 resume las principales características de la ocupación GPS de cada una de las estaciones de SIRGAS-ES2007. El preprocesamiento de los datos se efectuó de acuerdo con el siguiente protocolo:

- I. Conversión de los datos del formato RINEX al formato binario del software Bernese V5.0;
- II. Cálculo de soluciones preliminares para cada estación, utilizando el código de las señales GPS para determinar la deriva del reloj de los receptores;
- III. Determinación de líneas de base (formación de *double differences*) a partir de la optimización de las observaciones entre pares de estaciones según el criterio de la mayor cantidad posible de mediciones simultáneas;
- IV. Detección y corrección de saltos de ciclo (*cycle slips*) utilizando medidas de fase y combinando linealmente las frecuencias L1 y L2 en diferencias triples. Este paso incluye la determinación de las ambigüedades de L1 y L2 a través de la estrategia QIF (Dach *et al.* 2007). Para aumentar el porcentaje de las ambigüedades resueltas se utilizan modelos *a priori* diarios de la ionosfera, que en este caso son los generados por el centro de procesamiento CODE (<http://www.aiub-download.unibe.ch/CODE>).

Procesamiento final de los datos

Esta etapa se concentra en la formación de las ecuaciones de observación mediante la formulación matemática de modelos físicos, y su solución a través del cálculo de compensación por mínimos cuadrados para estimar las posiciones definitivas de las estaciones. Este cálculo también se efectuó con el software Bernese V5.0.

Modelos físicos y matemáticos

- *Datos de partida:* observaciones de fase de las ondas portadoras L1 y L2, corregidas por la deriva del reloj del receptor y por los saltos de ciclo identificados en el preprocesamiento. El intervalo de observación utilizado es de 30 segundos y el ángulo mínimo de observación corresponde con 10° .
- *Modelo de las ecuaciones de observación:* diferencias dobles en combinación lineal L3 (libre de efectos ionosféricos).
- *Modelo de ionosfera:* dado que la ionosfera afecta en forma distinta a las frecuencias L1 y L2, sus efectos de retardo sobre la señal pueden ser eliminados con una combinación lineal de éstas en una tercera frecuencia L3. En consecuencia, no es necesario incluir modelos físicos adicionales.
- *Modelo de la troposfera:* la dispersión de las frecuencias L1 y L2 en la troposfera no puede determinarse a través de la combinación matemática de éstas, si no que es necesaria la aplicación de modelos físicos que permitan cuantificar el efecto correspondiente. En este caso se utilizó la combinación de dos modelos comunes en una formulación general, estimando sus parámetros reales a partir de las observaciones. El procedimiento correspondiente se resume en: *i)* La refracción troposférica en el cenit (generada principalmente por la componente seca de la troposfera) se determina según el modelo de Saastamoinen (1973); *ii)* La refracción desde el cenit hasta el ángulo vertical de la observación analizada es interpolada con la *mapping function* de Niell (1996) y *iii)* Los valores obtenidos de los modelos aplicados en los dos pasos anteriores son refinados mediante la estimación de un parámetro troposférico adicional para cada estación a intervalos de dos horas. Dicha estimación se hace dentro del ajuste de la red a partir de las observaciones mismas de las estaciones. Este refinamiento corresponde al retardo generado principalmente por la componente húmeda de la troposfera.
- *Corrección de la variación del centro de fase de las antenas:* el centro de fase de las ondas L1 y L2 en las antenas receptoras no es fijo, sino que la observación registrada está referida a un punto intangible variable, que depende del ángulo vertical y del azimut con los que las señales son capturadas por la antena. Para mejorar la certidumbre de las posiciones determinadas, es necesario que

las observaciones sean reducidas desde ese punto variable a un mismo punto común de referencia dentro de la antena. Esto es posible mediante la aplicación de correcciones a las variaciones de los centros de fase, las cuales se determinan mediante la calibración de las antenas GPS receptoras. De acuerdo con los estándares del IGS, en el presente análisis se utilizan los valores absolutos de dichas correcciones; para las antenas de las estaciones SIRGAS-CON y la antena Trimble TRM41249.00 se utilizan los valores publicados por el IGS en el modelo IGS05_1525 (<http://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/station/general/>) y para la antena Thales/Ashtech THA800961+REC se utilizan los valores proporcionados por UNAVCO en http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL/images/ant_info.abs.

- *Órbitas, correcciones de los relojes satelitales, reducciones a los centros de masa de los satélites:* se utilizan los valores proporcionados por el IGS en sus soluciones semanales (<http://igscb.jpl.nasa.gov/igscb/product/www>, siendo *www* la semana GPS).
- *Orientación del sistema de referencia terrestre con respecto a las órbitas:* por causa de la variación de la rotación terrestre, ésta cambia su orientación con respecto a las órbitas de los satélites. Dicho cambio afecta la posición de las estaciones terrestres con respecto a los satélites y por tanto, es necesario hacer la reducción correspondiente. Este efecto está descrito por los parámetros de orientación de la Tierra (*Earth Orientation Parameters*, EOP). En el presente estudio, se utilizan los valores publicados por el IGS junto con las órbitas satelitales semanales (Dow *et al.* 2005).
- *Efectos de la carga oceánica:* los movimientos periódicos generados por la carga oceánica sobre las estaciones son reducidos de acuerdo con el modelo de mareas oceánicas FES2004 (Letellier 2004). Los valores correspondientes son proporcionados por M. S. Bos y H. G. Scherneck a través de <http://www.oso.chalmers.se/~loading/>.

Cálculo de compensación

El cálculo de compensación de las coordenadas finales de las estaciones se efectuó en dos pasos: *i)* Ajuste de las redes parciales diarias, y *ii)* Combinación de las ecuaciones normales parciales con las coordenadas de empalme (estaciones SIRGAS-CON) para vincular la red total al dátum geocéntrico.

El primer paso es un ajuste de las observaciones de cada día en forma de redes parciales. En este cálculo no se fija ninguna estación terrestre, sino que se introducen solamente las órbitas precisas de los satélites (dadas por IGS). Estas redes, llamadas “semilibres” presentan una alta consistencia interna, lo que significa que

las líneas de base determinadas en su procesamiento son muy precisas, pero por no haberse incluido aún ninguna estación terrestre de referencia, la ubicación de la red con respecto al geocentro es desconocida, es decir las coordenadas geocéntricas [X, Y, Z] de sus estaciones aún no se han determinado. Este ajuste proporciona información sobre la precisión interna de cada día de observación, y la comparación de diferentes días entre sí permite una estimación de la precisión externa de las redes diarias. De esta manera, pueden encontrarse discrepancias en las observaciones e identificarse errores groseros.

En el segundo paso, se acumulan las ecuaciones normales de cada día (redes parciales) y se determinan las incógnitas (coordenadas de las estaciones) a partir de una compensación por el método de los mínimos cuadrados. En este ajuste, el dátum geodésico se define a través de las coordenadas de las estaciones de empalme (SIRGAS-CON) formando así una red completa vinculada al marco geocéntrico SIRGAS/ITRF. Las coordenadas de referencia se introducen en el ajuste con un peso inversamente proporcional a 1E-04m. Este valor garantiza que la consistencia interna (geometría de las líneas de base) de la red ajustada se mantenga a pesar de la restricción aplicada a las estaciones de referencia. De esta manera, la red se ajusta a las estaciones terrestres de referencia y se determinan las coordenadas geocéntricas [X, Y, Z] de las estaciones nuevas.

Resultados

Las coordenadas de las estaciones de referencia SIRGAS-CON utilizadas para el ajuste final de SIRGAS-ES2007 son los valores semanales determinados para la red SIRGAS-CON en la época media del periodo total de observación entre octubre y diciembre de 2007, es decir para la semana GPS 1452 (noviembre 7 de 2007), que en decimales de año se expresa como 2007.8 (www.sirgas.org/index.php?id=153). Las coordenadas SIRGAS-CON están dadas en el marco de referencia IGS05 (<http://igscb.jpl.nasa.gov/network/refframe.html>), el cual equivale al ITRF2005, con la diferencia que las coordenadas del ITRF2005 han sido calculadas con correcciones relativas a las variaciones de los centros de fase de las antenas receptoras, mientras que las coordenadas del IGS05 incluyen las correcciones absolutas. Por esto, se acostumbra a decir que el IGS05 es una realización del ITRF2005. De acuerdo con los estándares del IGS, desde noviembre de 2006 deben utilizarse correcciones absolutas a las variaciones de los centros de fase y por tanto, las efemérides satelitales y las coordenadas de las estaciones terrestres se determinan en el IGS05.

Por lo anterior, el resultado del procesamiento final son las coordenadas de las estaciones SIRGAS-ES2007 referidas al marco continental geocéntrico SIRGAS equivalente al IGS05 (realización del ITRF2005) para la época 2007.8 (Anexo 3). Las precisiones de las coordenadas estimadas han sido derivadas del análisis de los

errores medios cuadráticos obtenidos para cada estación al comparar las soluciones de las redes diarias parciales con la solución combinada final. En general, la posición horizontal de las estaciones presenta una precisión de $\sim \pm 7\text{mm}$ y la posición vertical de $\sim \pm 20\text{ mm}$. Como es de esperarse, la certidumbre en la posición horizontal es entre dos y tres veces mayor que en la posición vertical y, mientras menos tiempo se haya ocupado una estación, mayor es el error asociado a sus coordenadas.

Comentarios finales y recomendaciones

Las coordenadas sobre la superficie de la Tierra varían en función del tiempo como consecuencia de los movimientos de las placas tectónicas y de las deformaciones de la corteza terrestre. Dichos movimientos afectan en forma diferente las posiciones estimadas de los puntos geodésicos. Así, mientras que la dinámica de las placas es homogénea (continua) sobre cada una de ellas y sus variaciones pueden modelarse y predecirse fácilmente, los cambios que se presentan sobre las áreas de deformación son irregulares y muy complicadas de estimar. A éstos se suman los movimientos abruptos causados por terremotos que cambian las coordenadas de manera esporádica y aleatoria. Como consecuencia de estos fenómenos, la posición de los vértices geodésicos en El Salvador puede variar de 1 a 3cm por año. Por esto, las coordenadas ajustadas de SIRGAS-ES2007 representan el promedio correspondiente al tiempo de medición y son válidas sólo para esa época, o sea para 2007.8. Su utilización como coordenadas de referencia en épocas diferentes, demanda su traslado en el tiempo hasta el momento en que se adelantan las mediciones de interés. En otras palabras, para que las estaciones de SIRGAS-ES2007 mantengan su carácter de marco nacional de referencia y puedan ser utilizadas como puntos de apoyo en levantamientos diferenciales de alta precisión, debe conocerse el cambio de sus coordenadas a través del tiempo (velocidades) con exactitudes enmarcadas en los requerimientos de la Geodesia de referencia, es decir mejores que 1mm/año.

La mejor forma de detectar los cambios en las coordenadas generados por la dinámica terrestre es la instalación de estaciones GPS de operación continua, por lo menos en los lugares más importantes de la red. Actualmente, están operando cuatro estaciones de este tipo en el territorio salvadoreño (AIES, VMIG, SNJE, SSIA), las cuales están muy bien distribuidas sobre la geometría de SIRGAS-ES2007 y serían suficientes para definir un modelo de velocidades preciso para el país. La estación SSIA es procesada semanalmente dentro de la red SIRGAS-CON y por tanto sus coordenadas y velocidades se conocen con alta precisión ($\pm 0.5\text{mm}$ para las coordenadas y $\pm 0.9\text{mm/año}$ para las velocidades, Seemüller *et al.* 2009). Como complemento, es necesario que las tres estaciones restantes sean también incluidas en el procesamiento semanal de la red SIRGAS-CON, de modo que se disponga de sus coordenadas precisas y que al término de dos años puedan determinarse sus velocidades siguiendo los estándares establecidos. Las características de las esta-

ciones SIRGAS-CON, su procesamiento y la disponibilidad de sus coordenadas y velocidades puede consultarse en www.sirgas.org, sección SIRGAS-CON.

Mientras que las estaciones de operación continua de El Salvador son incluídas en SIRGAS-CON, se recomienda que los levantamientos diferenciales apoyados en SIRGAS-ES2007 sean calculados de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- Las coordenadas de la estación base deben estar dadas en la época de observación, en este punto se consideran dos casos:
 - La estación base es una estación SIRGAS-CON (de funcionamiento continuo): se utilizan las coordenadas semanales calculadas para la red SIRGAS-CON (archivos siryyPwww.crd, <http://www.sirgas.org/index.php?id=153>) justo en la misma época en que se adelanta el levantamiento GPS.
 - La estación base es un monumento (no es de operación continua): si sus velocidades son conocidas, éstas son utilizadas para trasladar las coordenadas de la época de referencia a la época de observación, por ejemplo para las estaciones SIRGAS-ES2007 se llevan las coordenadas de 2007.8 a 2010.0. Si las velocidades de la estación no son conocidas, éstas se interpolan de un modelo de velocidades y las coordenadas son igualmente trasladadas a la época de observación. El modelo SIRGAS utilizado actualmente es el VEMOS2009 (*Velocity Model 2009 for South America and the Caribbean*, Drewes and Heidbach 2009) y se encuentra disponible en <http://www.sirgas.org/index.php?id=54>.
- Contando ya con las coordenadas de la estación de referencia en la época de observación, se adelanta el procesamiento de las observaciones GPS aplicando dichas coordenadas y utilizando las efemérides precisas del IGS para la semana correspondiente.
- Las coordenadas de los puntos nuevos deben reducirse a la época asociada al marco de referencia nacional, es decir 2007.8. En este caso, se distinguen tres posibilidades: Si las velocidades de la estación base son conocidas (estación SIRGAS-CON con más de dos años de operación) se aplican a los puntos nuevos las mismas velocidades de la estación base. Si dicha velocidades no son conocidas (estación SIRGAS-CON con menos de dos años de operación), se toman las velocidades del modelo VEMOS2009. En todos los casos las coordenadas [X, Y, Z] de los puntos nuevos deben almacenarse junto con los valores de velocidad [V_x , V_y , V_z] utilizados para trasladarlas a la época de referencia y estas mismas velocidades deben aplicarse para llevar las coordenadas hacia adelante cuando los puntos nuevos sirvan de base en levantamientos GPS posteriores. Aquellos puntos cuyas velocidades no han sido derivadas de diferentes ocupaciones (o de funcionamiento continuo), sino interpoladas a partir de algún modelo de velocidades, no pueden clasificarse como estación de referencia.

Bibliografía

- Dach, R.; U. Hugentobler, P. Fridez, M. Meindl (eds.) (2007). "Bernese GPS Software Version 5.0 – Documentation". Astronomical Institute, University of Berne, January, 640 pp.
- Dow, J. M., R. Neilan, G. Gendt (2005). "The International GPS Service (IGS), Celebrating the 10th Anniversary and Looking to the Next Decade". *Adv. Space Res.* 36(3):320-326, 2005.
- Drewes, H. (2009). "The Actual Plate Kinematic and Crustal Deformation Model (APKIM2005) as basis for a non-rotation ITRF". Springer. *IAG Symposia*, Vol. (134):95-100.
- Drewes, H. and O. Heidbach (2009). "The 2009 horizontal velocity model for South America and the Caribbean". Submitted to C. Pacino *et al.* (Eds.). *IAG Scientific Assembly "Geodesy for Planet Earth"*. Buenos Aires, August 31 to September 4, 2009, IAG Symposia.
- Letellier, T. (2004). "Etude des ondes de marée sur les plateaux continentaux". Thèse doctorale, Université de Toulouse III, Ecole Doctorale des Sciences de l'Univers, de l'Environnement et de l'Espace, 237 pp.
- Neill, A. E. (1996). "Global mapping functions for the atmosphere delay at radio wavelength". *J. Geophys. Res.* Vol. (101):3227-3246.
- Saastamoinen, J. (1973). "Contribution to the theory of atmospheric refraction. Part II: Refraction corrections in satellite geodesy". *Bull. Géod.* Vol. (107):13-34.
- L. Sánchez, C. Brunini (2009). "Achievements and Challenges of SIRGAS". Springer; IAG Symposia; Vol. 134:161-166.
- Seemüller, W., M. Seitz, L. Sánchez, H. Drewes. (2009). "The position and velocity solution SIR09P01 of the IGS Regional Network Associate Analysis Centre for SIRGAS (IGS-RNAAC-SIR)". DGFI Report No. 85, July 2009, pp. 90.

Anexo 1

Cronograma de medición de los vértices de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador (SIRGAS-ES2007).

Anexo 2

Equipos GPS y altura de las antenas utilizados en la determinación de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador (SIRGAS-ES2007)

ID	Fecha	Receptor	Antena	Altura antena [m]	ID	Fecha	Receptor	Antena	Altura antena [m]
AIES	siempre	TRIMBLE NETRS	TRM41249.00 SCIS	0,288	MECH	2007 12 12	Z-MAX	THA800961+REC	1,249
ANTO	2007 10 23	Z-MAX	THA800961+REC	1,045	MESC	2007 11 14	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,494
BETO	2007 10 18	Z-MAX	THA800961+REC	1,188	MESC	2007 11 21	Z-MAX	THA800961+REC	1,429
BETO	2007 10 23	Z-MAX	THA800961+REC	1,220	MESU	2007 10 31	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,196
BETO	2007 12 06	Z-MAX	THA800961+REC	1,190	MESU	2007 11 14	Z-MAX	THA800961+REC	1,225
BETI	2007 10 30	Z-MAX	THA800961+REC	2,485	MESU	2007 11 15	Z-MAX	THA800961+REC	1,467
CEBR	2007 10 09	Z-MAX	THA800961+REC	1,246	MGAG	2007 11 14	Z-MAX	THA800961+REC	1,205
CEBR	2007 10 16	Z-MAX	THA800961+REC	1,059	MGAG	2007 12 04	Z-MAX	THA800961+REC	1,542
CPEL	2007 10 23	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,165	MHSI	2007 10 08	Z-MAX	THA800961+REC	1,210
CPEL	2007 10 25	Z-MAX	THA800961+REC	1,151	MHSI	2007 12 12	Z-MAX	THA800961+REC	1,445
CJAL	2007 11 06	Z-MAX	THA800961+REC	1,103	MLAJ	2007 10 31	Z-MAX	THA800961+REC	1,237
CJAL	2007 11 08	Z-MAX	THA800961+REC	1,135	MLAJ	2007 12 04	Z-MAX	THA800961+REC	1,210
CJAL	2007 11 22	Z-MAX	THA800961+REC	1,149	MLAJ	2007 12 05	Z-MAX	THA800961+REC	1,244
CLFA	2007 11 13	Z-MAX	THA800961+REC	1,424	MLBE	2007 10 03	Z-MAX	THA800961+REC	1,182
CLFA	2007 11 20	Z-MAX	THA800961+REC	1,128	MMAE	2007 11 07	Z-MAX	THA800961+REC	1,537
CLFA	2007 11 22	Z-MAX	THA800961+REC	1,202	MMAE	2007 11 15	Z-MAX	THA800961+REC	1,211
CLNA	2007 10 23	Z-MAX	THA800961+REC	1,409	MMAE	2007 11 28	Z-MAX	THA800961+REC	1,458
CLNA	2007 10 25	Z-MAX	THA800961+REC	1,138	MMAN	2007 10 17	Z-MAX	THA800961+REC	1,355
CLNA	2007 12 09	Z-MAX	THA800961+REC	1,114	MMAN	2007 12 04	Z-MAX	THA800961+REC	1,364
COST	2007 10 09	Z-MAX	THA800961+REC	1,104	MOCO	2007 10 31	Z-MAX	THA800961+REC	1,499
DDAM	2007 10 15	Z-MAX	THA800961+REC	1,157	MP15	2007 10 24	Z-MAX	THA800961+REC	1,224
DDAM	2007 10 16	Z-MAX	THA800961+REC	1,470	MP15	2007 10 26	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,201
DDAM	2007 10 18	Z-MAX	THA800961+REC	1,096	MP15	2007 10 31	Z-MAX	THA800961+REC	1,230
DDAM	2007 10 23	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,210	MP15	2007 11 29	Z-MAX	THA800961+REC	1,184
ECHA	2007 10 05	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,048	MPAZ	2007 10 10	Z-MAX	THA800961+REC	1,100
ECHA	2007 12 11	Z-MAX	THA800961+REC	1,096	MPAZ	2007 10 11	Z-MAX	THA800961+REC	1,120
ESCA	2007 11 13	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,113	MPBL	2007 11 21	Z-MAX	THA800961+REC	1,388
ESCO	2007 11 20	Z-MAX	THA800961+REC	1,022	MPET	2007 11 07	Z-MAX	THA800961+REC	1,275
ESUS	2007 10 30	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,135	MPIS	2007 11 28	Z-MAX	THA800961+REC	1,564
ESUS	2007 11 08	Z-MAX	THA800961+REC	1,123	MSBA	2007 10 08	Z-MAX	THA800961+REC	1,165
ESUS	2007 11 13	Z-MAX	THA800961+REC	1,101	MSBA	2007 12 12	Z-MAX	THA800961+REC	1,186
GAGR	2007 11 13	Z-MAX	THA800961+REC	1,166	MSBA	2007 12 13	Z-MAX	THA800961+REC	1,194
GAGR	2007 11 22	Z-MAX	THA800961+REC	1,228	MSCR	2007 10 03	Z-MAX	THA800961+REC	1,130
HSHI	2007 10 05	Z-MAX	THA800961+REC	1,116	MSCR	2007 10 11	Z-MAX	THA800961+REC	1,164
HSHI	2007 11 21	Z-MAX	THA800961+REC	1,389	MSUR	2007 10 03	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,135
IJ_5	2007 10 30	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	0,596	MTEX	2007 10 10	Z-MAX	THA800961+REC	1,267
IJ_5	2007 10 31	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	0,568	MTEX	2007 10 11	Z-MAX	THA800961+REC	1,260
IJ_5	2007 11 13	Z-MAX	THA800961+REC	0,411	MTEX	2007 10 17	Z-MAX	THA800961+REC	1,172
IJ_5	2007 11 14	Z-MAX	THA800961+REC	0,412	MTEX	2007 12 13	Z-MAX	THA800961+REC	1,240
JOYA	2007 10 25	Z-MAX	THA800961+REC	1,291	NOAI	2007 10 02	Z-MAX	THA800961+REC	1,258
JOYA	2007 11 08	Z-MAX	THA800961+REC	1,299	NOAI	2007 10 03	Z-MAX	THA800961+REC	1,258
JOYA	2007 11 15	Z-MAX	THA800961+REC	1,278	NOAI	2007 10 05	Z-MAX	THA800961+REC	1,258
JOYA	2007 11 27	Z-MAX	THA800961+REC	1,237	NOAI	2007 10 08	Z-MAX	THA800961+REC	1,258
JOYA	2007 11 28	Z-MAX	THA800961+REC	1,257	OCOT	2007 10 30	Z-MAX	THA800961+REC	1,241
JOYA	2007 11 29	Z-MAX	THA800961+REC	1,283	OCOT	2007 12 06	Z-MAX	THA800961+REC	1,450
LAJA	2007 10 18	Z-MAX	THA800961+REC	1,126	P15	2007 10 23	Z-MAX	THA800961+REC	1,044
LAJA	2007 10 30	Z-MAX	THA800961+REC	1,114	P15	2007 10 25	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,190
LAJI	2007 10 30	Z-MAX	THA800961+REC	1,114	P15	2007 10 30	Z-MAX	THA800961+REC	1,156
LBEN	2007 10 02	Z-MAX	THA800961+REC	1,088	PAZU	2007 10 04	Z-MAX	THA800961+REC	1,074
LCAN	2007 10 25	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,239	PAZU	2007 10 09	Z-MAX	THA800961+REC	1,071
LCAN	2007 11 27	Z-MAX	THA800961+REC	1,260	PBLA	2007 11 20	Z-MAX	THA800961+REC	1,361
LCAN	2007 11 28	Z-MAX	THA800961+REC	1,312	PETA	2007 11 06	Z-MAX	THA800961+REC	1,137
MAEL	2007 11 06	Z-MAX	THA800961+REC	1,423	PIST	2007 11 27	Z-MAX	THA800961+REC	1,542
MAEL	2007 11 08	Z-MAX	THA800961+REC	1,477	SBAR	2007 10 04	Z-MAX	THA800961+REC	1,386
MAEL	2007 11 27	Z-MAX	THA800961+REC	1,413	SBAR	2007 10 05	Z-MAX	THA800961+REC	1,151
MANT	2007 10 24	Z-MAX	THA800961+REC	1,237	SBAR	2007 10 15	Z-MAX	THA800961+REC	1,378
MANU	2007 10 18	Z-MAX	THA800961+REC	1,251	SBAR	2007 12 11	Z-MAX	THA800961+REC	1,096
MANU	2007 10 18	Z-MAX	THA800961+REC	1,596	SCRU	2007 10 02	Z-MAX	THA800961+REC	1,111
MBET	2007 10 24	Z-MAX	THA800961+REC	1,303	SCRU	2007 10 04	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	0,961
MBET	2007 10 31	Z-MAX	THA800961+REC	1,387	SNJE	siempre	TRIMBLE NETRS	TRM41249.00 SCIS	0,288
MCEB	2007 10 10	Z-MAX	THA800961+REC	1,552	SSIA	siempre	TRIMBLE NETRS	TRM29659.00	0,000
MCEB	2007 10 17	Z-MAX	THA800961+REC	1,207	SURI	2007 10 02	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,186
MCEP	2007 10 24	Z-MAX	THA800961+REC	1,530	TERM	2007 10 02	Z-MAX	THA800961+REC	1,378
MCEP	2007 11 14	Z-MAX	THA800961+REC	1,263	TERM	2007 10 03	Z-MAX	THA800961+REC	1,130
MCEP	2007 11 29	Z-MAX	THA800961+REC	1,215	TERM	2007 10 04	Z-MAX	THA800961+REC	1,111
MCJA	2007 11 07	Z-MAX	THA800961+REC	1,143	TERM	2007 10 05	Z-MAX	THA800961+REC	1,098
MCJA	2007 11 15	Z-MAX	THA800961+REC	1,245	TERM	2007 10 08	Z-MAX	THA800961+REC	1,088
MCJA	2007 11 29	Z-MAX	THA800961+REC	1,501	TERM	2007 10 11	Z-MAX	THA800961+REC	1,411
MCJA	2007 12 04	Z-MAX	THA800961+REC	1,185	TERM	2007 12 13	Z-MAX	THA800961+REC	1,493
MCJA	2007 12 05	Z-MAX	THA800961+REC	1,543	TEXW	2007 10 04	Z-MAX	THA800961+REC	1,368
MCLF	2007 11 14	Z-MAX	THA800961+REC	1,602	TEXW	2007 10 09	Z-MAX	THA800961+REC	1,293
MCLF	2007 11 21	Z-MAX	THA800961+REC	1,293	TEXW	2007 10 15	Z-MAX	THA800961+REC	1,229
MCLF	2007 12 05	Z-MAX	THA800961+REC	1,368	TEXW	2007 10 16	Z-MAX	THA800961+REC	1,278
MCLN	2007 10 24	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,309	UNIN	2007 11 06	Z-MAX	THA800961+REC	1,602
MCLN	2007 10 26	Z-MAX	THA800961+REC	1,226	UNIN	2007 11 07	Z-MAX	THA800961+REC	1,576
MCLN	2007 12 12	Z-MAX	THA800961+REC	1,239	UNIN	2007 11 20	Z-MAX	THA800961+REC	1,573
MCOS	2007 10 10	Z-MAX	THA800961+REC	1,123	UNIN	2007 11 21	Z-MAX	THA800961+REC	1,554
MDDA	2007 10 17	Z-MAX	THA800961+REC	1,448	UNIN	2007 11 22	Z-MAX	THA800961+REC	1,743
MDDA	2007 10 24	TRIMBLE 4000SSI	TRM33429.00+GP	1,225	VGMG	siempre	TRIMBLE NETRS	TRM41249.00 SCIS	0,288
MDDA	2007 12 05	Z-MAX	THA800961+REC	1,227					

Anexo 3

Coordenadas estimadas para los vértices de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador (SIRGAS-ES2007). Marco de referencia SIRGAS (IGS05), época 2007.8

Coordenadas geocéntricas [X,Y,Z] en metros.

Id	X [m]	Y [m]	Z [m]
AIES	102825,817 ± 0,001	-6203584,372 ± 0,006	1473583,019 ± 0,002
ANTO	129191,422 ± 0,011	-6198310,408 ± 0,041	1495376,623 ± 0,012
MANT	129409,378 ± 0,011	-6198330,319 ± 0,037	1495238,073 ± 0,011
BETO	122288,198 ± 0,002	-6193259,984 ± 0,013	1517744,985 ± 0,004
MBET	122348,236 ± 0,004	-6193255,908 ± 0,021	1517715,884 ± 0,006
CEBR	61247,317 ± 0,004	-6179353,902 ± 0,021	1577141,760 ± 0,007
MCEB	61237,431 ± 0,004	-6179285,030 ± 0,022	1577290,119 ± 0,007
CEPL	135465,076 ± 0,004	-6203024,548 ± 0,021	1473257,237 ± 0,006
MCEP	135374,058 ± 0,003	-6203028,554 ± 0,013	1473251,055 ± 0,004
CJAL	191867,630 ± 0,002	-6200312,778 ± 0,011	1479307,291 ± 0,003
MCJA	191933,274 ± 0,001	-6200303,493 ± 0,006	1479330,569 ± 0,002
CLFA	229725,783 ± 0,002	-6195495,151 ± 0,012	1493410,428 ± 0,003
MCLF	229711,551 ± 0,002	-6195505,893 ± 0,013	1493370,575 ± 0,004
CLNA	109837,577 ± 0,002	-6204943,623 ± 0,013	1467264,271 ± 0,004
MCLN	109908,841 ± 0,002	-6204954,643 ± 0,012	1467211,189 ± 0,004
COST	48118,985 ± 0,011	-6181130,549 ± 0,038	1568752,577 ± 0,011
MCOS	48043,911 ± 0,012	-6181094,708 ± 0,043	1568893,349 ± 0,013
DDAM	91471,462 ± 0,002	-6186563,579 ± 0,008	1544761,008 ± 0,002
MDDA	91611,105 ± 0,002	-6186618,630 ± 0,012	1544533,788 ± 0,004
ECHA	70427,242 ± 0,005	-6202917,636 ± 0,025	1478205,476 ± 0,008
MECH	70386,579 ± 0,011	-6202922,420 ± 0,039	1478169,442 ± 0,012
ESCO	221151,764 ± 0,005	-6192084,162 ± 0,022	1512193,901 ± 0,007
MESC	221093,815 ± 0,005	-6192083,019 ± 0,023	1512162,970 ± 0,007
ESUS	187509,958 ± 0,002	-6194294,739 ± 0,012	1507536,691 ± 0,004
MESU	187666,517 ± 0,002	-6194270,332 ± 0,012	1507572,430 ± 0,004
GAGR	204172,653 ± 0,004	-6194976,559 ± 0,022	1499742,287 ± 0,007
MGAG	204099,598 ± 0,004	-6195009,452 ± 0,022	1499614,809 ± 0,007
HSHI	42309,968 ± 0,005	-6202390,593 ± 0,032	1481406,776 ± 0,009
MHSI	42180,451 ± 0,005	-6202431,351 ± 0,025	1481223,170 ± 0,007
IJ_5	206109,461 ± 0,002	-6187956,461 ± 0,012	1533097,504 ± 0,003
JOYA	172673,123 ± 0,001	-6203708,176 ± 0,004	1467209,158 ± 0,001
LAJA	122747,240 ± 0,004	-6185124,219 ± 0,021	1549200,712 ± 0,006
MLAJ	122623,510 ± 0,003	-6185131,719 ± 0,013	1549243,565 ± 0,004
LBNB	-8102,394 ± 0,012	-6196206,497 ± 0,040	1507424,975 ± 0,012
MLBE	-8168,973 ± 0,012	-6196183,702 ± 0,047	1507520,921 ± 0,014
LCAN	134512,648 ± 0,002	-6206941,553 ± 0,012	1456755,655 ± 0,003
MAEL	201652,254 ± 0,002	-6206842,952 ± 0,011	1450744,500 ± 0,003
MMAE	201531,638 ± 0,002	-6206844,998 ± 0,012	1450661,056 ± 0,004
MANU	87476,605 ± 0,004	-6181150,179 ± 0,021	1568964,347 ± 0,007
MMAN	87628,113 ± 0,004	-6181107,273 ± 0,021	1569160,543 ± 0,007
NOA1	18107,032 ± 0,002	-6200928,480 ± 0,010	1487983,640 ± 0,003
OCOT	147137,636 ± 0,004	-6190211,867 ± 0,020	1528881,456 ± 0,006
MOCO	147396,105 ± 0,011	-6190198,315 ± 0,036	1528764,737 ± 0,011
P15S	155987,046 ± 0,002	-6197970,391 ± 0,011	1492399,261 ± 0,003
MP15	156083,109 ± 0,002	-6197991,194 ± 0,008	1492303,152 ± 0,002
PAZU	363866,614 ± 0,005	-6186053,795 ± 0,024	1551091,207 ± 0,007
MPAZ	36397,569 ± 0,004	-6186094,408 ± 0,024	1550965,002 ± 0,007
PBLA	247365,042 ± 0,012	-6190539,580 ± 0,038	1511139,940 ± 0,011
MPBL	247451,684 ± 0,011	-6190529,282 ± 0,041	1511111,282 ± 0,012
PETA	226777,570 ± 0,012	-6207384,488 ± 0,037	1443478,009 ± 0,011
MPET	226954,052 ± 0,012	-6207442,513 ± 0,039	1443232,676 ± 0,011
PIST	156917,578 ± 0,011	-6208558,223 ± 0,042	1447661,627 ± 0,012
MPIS	157964,359 ± 0,012	-6208579,199 ± 0,044	1447456,789 ± 0,012
SBAR	61631,517 ± 0,002	-6197089,116 ± 0,009	1504083,102 ± 0,003
MSBA	61612,092 ± 0,003	-6197094,902 ± 0,012	1504760,035 ± 0,004
SCRU	11271,262 ± 0,005	-6189685,410 ± 0,022	1535636,249 ± 0,007
MSCR	11257,448 ± 0,005	-6189665,009 ± 0,025	1535717,864 ± 0,007
SNJE	43174,162 ± 0,001	-6194862,104 ± 0,006	1519231,418 ± 0,002
SURI	-7740,188 ± 0,013	-6193604,295 ± 0,046	1518625,535 ± 0,013
MSUR	-7965,469 ± 0,013	-6193763,547 ± 0,044	1519144,565 ± 0,013
TERM	30494,549 ± 0,001	-6197676,728 ± 0,004	1502036,237 ± 0,001
TEXW	53984,324 ± 0,002	-6187003,718 ± 0,008	1545575,878 ± 0,002
MTEX	54331,544 ± 0,001	-6186593,056 ± 0,007	1546970,202 ± 0,002
UNIN	234904,098 ± 0,001	-6202730,421 ± 0,005	1461933,973 ± 0,002
VMIG	183609,205 ± 0,001	-6203362,119 ± 0,006	1468161,611 ± 0,002

Coordenadas elipsoidales [latitud, longitud, altura elipsoidal], elipsoide GRS8

Id	Latitud	Longitud	Altura elipsoidal
AIES	13 ° 26 ' 50,12649 " N ± 0,002 m	89 ° 3 ' 1,42714 " W ± 0,001 m	37,778 ± 0,006 m
ANTO	13 ° 38 ' 55,94873 " N ± 0,015 m	88 ° 48 ' 21,44378 " W ± 0,011 m	496,313 ± 0,040 m
MANT	13 ° 38 ' 51,38032 " N ± 0,014 m	88 ° 48 ' 14,20772 " W ± 0,011 m	487,382 ± 0,036 m
BETO	13 ° 51 ' 23,06898 " N ± 0,004 m	88 ° 52 ' 7,74807 " W ± 0,002 m	763,572 ± 0,013 m
MBET	13 ° 51 ' 22,09435 " N ± 0,008 m	88 ° 52 ' 5,75321 " W ± 0,004 m	763,504 ± 0,020 m
CEBR	14 ° 24 ' 34,53813 " N ± 0,009 m	89 ° 25 ' 55,65159 " W ± 0,004 m	914,909 ± 0,020 m
MCEB	14 ° 24 ' 39,77112 " N ± 0,009 m	89 ° 25 ' 55,95876 " W ± 0,004 m	885,033 ± 0,021 m
CEPL	13 ° 26 ' 39,08909 " N ± 0,008 m	88 ° 44 ' 56,19114 " W ± 0,004 m	27,245 ± 0,020 m
MCEP	13 ° 26 ' 39,09798 " N ± 0,004 m	88 ° 44 ' 59,21915 " W ± 0,003 m	27,772 ± 0,013 m
CJAL	13 ° 30 ' 0,02357 " N ± 0,003 m	88 ° 13 ' 39,20667 " W ± 0,002 m	247,560 ± 0,011 m
MCJA	13 ° 30 ' 0,81515 " N ± 0,002 m	88 ° 13 ' 37,01543 " W ± 0,001 m	245,945 ± 0,006 m
CLFA	13 ° 37 ' 53,04046 " N ± 0,004 m	87 ° 52 ' 35,30902 " W ± 0,002 m	126,043 ± 0,012 m
MCLF	13 ° 37 ' 51,70196 " N ± 0,004 m	87 ° 52 ' 35,79541 " W ± 0,002 m	126,570 ± 0,013 m
CLNA	13 ° 23 ' 18,96024 " N ± 0,004 m	88 ° 59 ' 9,15933 " W ± 0,002 m	10,325 ± 0,013 m
MCLN	13 ° 23 ' 17,18737 " N ± 0,004 m	88 ° 59 ' 6,79759 " W ± 0,002 m	9,980 ± 0,012 m
COST	14 ° 19 ' 56,73975 " N ± 0,014 m	89 ° 33 ' 14,29817 " W ± 0,011 m	441,179 ± 0,037 m
MCOS	14 ° 20 ' 1,47058 " N ± 0,016 m	89 ° 33 ' 16,79394 " W ± 0,012 m	440,739 ± 0,041 m
DDAM	14 ° 6 ' 32,74455 " N ± 0,002 m	89 ° 9 ' 10,49305 " W ± 0,002 m	287,897 ± 0,008 m
MDDA	14 ° 6 ' 25,12165 " N ± 0,004 m	89 ° 9 ' 5,86542 " W ± 0,002 m	287,900 ± 0,012 m
ECHA	13 ° 29 ' 24,88295 " N ± 0,010 m	89 ° 20 ' 58,19278 " W ± 0,005 m	26,136 ± 0,024 m
MECH	13 ° 29 ' 23,70998 " N ± 0,014 m	89 ° 20 ' 59,54658 " W ± 0,012 m	21,933 ± 0,038 m
ESCO	13 ° 48 ' 15,45612 " N ± 0,009 m	87 ° 57 ' 16,33313 " W ± 0,005 m	965,901 ± 0,021 m
MESC	13 ° 48 ' 14,50379 " N ± 0,009 m	87 ° 57 ' 18,25963 " W ± 0,005 m	955,404 ± 0,022 m
ESUS	13 ° 45 ' 39,77541 " N ± 0,004 m	88 ° 15 ' 57,98225 " W ± 0,002 m	924,731 ± 0,012 m
MESU	13 ° 45 ' 41,05689 " N ± 0,004 m	88 ° 15 ' 52,74915 " W ± 0,002 m	914,140 ± 0,012 m
GAGR	13 ° 41 ' 24,09388 " N ± 0,009 m	88 ° 6 ' 44,43039 " W ± 0,004 m	248,848 ± 0,021 m
MGAG	13 ° 41 ' 19,82926 " N ± 0,009 m	88 ° 6 ' 46,89618 " W ± 0,004 m	248,283 ± 0,021 m
HSHI	13 ° 31 ' 11,17136 " N ± 0,011 m	89 ° 36 ' 32,97443 " W ± 0,005 m	12,848 ± 0,031 m
MHSI	13 ° 31 ' 6,00516 " N ± 0,009 m	89 ° 36 ' 37,29066 " W ± 0,005 m	8,696 ± 0,024 m
IJ_5	13 ° 59 ' 51,87557 " N ± 0,004 m	88 ° 5 ' 32,23728 " W ± 0,002 m	1479,835 ± 0,012 m
JOYA	13 ° 23 ' 15,74576 " N ± 0,001 m	88 ° 24 ' 20,33688 " W ± 0,001 m	187,353 ± 0,004 m
LAJA	14 ° 8 ' 59,95346 " N ± 0,008 m	88 ° 51 ' 47,09715 " W ± 0,004 m	501,177 ± 0,020 m
MLAJ	14 ° 9 ' 1,26527 " N ± 0,005 m	88 ° 51 ' 51,22668 " W ± 0,003 m	516,545 ± 0,013 m
LBEN	13 ° 45 ' 43,36856 " N ± 0,015 m	90 ° 4 ' 29,71952 " W ± 0,012 m	4,188 ± 0,039 m
MLBE	13 ° 45 ' 46,57666 " N ± 0,017 m	90 ° 4 ' 31,93686 " W ± 0,012 m	4,958 ± 0,046 m
LCAN	13 ° 17 ' 27,59397 " N ± 0,004 m	88 ° 45 ' 30,66792 " W ± 0,002 m	1,934 ± 0,012 m
MAEL	13 ° 14 ' 4,38038 " N ± 0,003 m	88 ° 8 ' 21,08101 " W ± 0,002 m	295,907 ± 0,011 m
MMAE	13 ° 14 ' 1,75124 " N ± 0,004 m	88 ° 8 ' 25,08728 " W ± 0,002 m	274,984 ± 0,012 m
MANU	14 ° 19 ' 59,78031 " N ± 0,009 m	89 ° 11 ' 21,10303 " W ± 0,004 m	930,852 ± 0,020 m
MMAN	14 ° 20 ' 6,29258 " N ± 0,009 m	89 ° 11 ' 16,02794 " W ± 0,004 m	939,938 ± 0,020 m
NOA1	13 ° 34 ' 52,21250 " N ± 0,003 m	89 ° 49 ' 57,69772 " W ± 0,002 m	17,830 ± 0,010 m
OCOT	13 ° 57 ' 34,28477 " N ± 0,008 m	88 ° 38 ' 18,13186 " W ± 0,004 m	1016,694 ± 0,019 m
MOCO	13 ° 57 ' 30,65774 " N ± 0,014 m	88 ° 38 ' 9,51352 " W ± 0,011 m	981,356 ± 0,035 m
P15S	13 ° 37 ' 19,68293 " N ± 0,004 m	88 ° 33 ' 29,93872 " W ± 0,002 m	62,975 ± 0,011 m
MP15	13 ° 37 ' 16,46570 " N ± 0,002 m	88 ° 33 ' 26,76108 " W ± 0,002 m	62,901 ± 0,008 m
PAZU	14 ° 10 ' 1,03396 " N ± 0,009 m	89 ° 39 ' 46,75621 " W ± 0,005 m	787,823 ± 0,023 m
MPAZ	14 ° 9 ' 56,72903 " N ± 0,009 m	89 ° 39 ' 46,39890 " W ± 0,004 m	796,376 ± 0,023 m
PBLA	13 ° 47 ' 46,44145 " N ± 0,014 m	87 ° 42 ' 42,33800 " W ± 0,012 m	178,073 ± 0,036 m
MPBL	13 ° 47 ' 45,58889 " N ± 0,015 m	87 ° 42 ' 39,44206 " W ± 0,012 m	164,607 ± 0,039 m
PETA	13 ° 10 ' 3,71942 " N ± 0,014 m	87 ° 54 ' 27,77163 " W ± 0,012 m	7,056 ± 0,036 m
MPET	13 ° 9 ' 55,46848 " N ± 0,014 m	87 ° 54 ' 21,98557 " W ± 0,012 m	13,912 ± 0,038 m
PIST	13 ° 12 ' 23,57541 " N ± 0,015 m	88 ° 33 ' 7,89061 " W ± 0,011 m	2,748 ± 0,041 m
MPIS	13 ° 12 ' 16,73305 " N ± 0,016 m	88 ° 32 ' 33,15382 " W ± 0,012 m	2,203 ± 0,043 m
SBAR	13 ° 44 ' 11,34944 " N ± 0,003 m	89 ° 25 ' 48,71534 " W ± 0,002 m	530,900 ± 0,009 m
MSBA	13 ° 44 ' 9,94507 " N ± 0,004 m	89 ° 25 ' 49,36374 " W ± 0,003 m	526,106 ± 0,012 m
SCRU	14 ° 1 ' 25,34192 " N ± 0,009 m	89 ° 53 ' 44,39737 " W ± 0,004 m	452,422 ± 0,021 m
MSCR	14 ° 1 ' 28,07925 " N ± 0,009 m	89 ° 53 ' 44,85648 " W ± 0,004 m	452,382 ± 0,024 m
SNJE	13 ° 52 ' 5,68887 " N ± 0,002 m	89 ° 36 ' 2,49166 " W ± 0,001 m	1658,899 ± 0,006 m
SURI	13 ° 51 ' 57,49470 " N ± 0,017 m	90 ° 4 ' 17,77034 " W ± 0,013 m	151,172 ± 0,044 m
MSUR	13 ° 52 ' 15,66460 " N ± 0,016 m	90 ° 4 ' 25,28259 " W ± 0,013 m	54,749 ± 0,043 m
TERM	13 ° 42 ' 41,14490 " N ± 0,001 m	89 ° 43 ' 5,11947 " W ± 0,001 m	220,480 ± 0,004 m
TEXW	14 ° 6 ' 58,46110 " N ± 0,002 m	89 ° 30 ' 0,29467 " W ± 0,002 m	486,065 ± 0,008 m
MTEX	14 ° 7 ' 45,69083 " N ± 0,002 m	89 ° 29 ' 48,59957 " W ± 0,001 m	430,995 ± 0,007 m
UNIN	13 ° 20 ' 20,72475 " N ± 0,002 m	87 ° 49 ' 52,26034 " W ± 0,001 m	5,327 ± 0,005 m
VMIG	13 ° 23 ' 46,13545 " N ± 0,002 m	88 ° 18 ' 16,68653 " W ± 0,001 m	376,819 ± 0,006 m

O Estado da arte da coleta dos nomes geográficos no Brasil

Cláudio João Barreto dos Santos^{*}
Paulo Márcio Leal de Menezes^{**}

Abstract

The aim of this paper is to suggest a new standard for the collecting of data on geographic names. It consists of a new approach to the toponymic layer of data which aims at collecting these identifications on the Brazilian territory and the ulterior insertion of the geographic names on the cartographic documents produced in Brazil drawing from the BNGB (Brazilian Database of Geographic Names). At the center of this new approach is the possibility of establishing a network of informers of geographic names from local communities, which may establish with the legal institutions in charge of the mapping of the country a consistent flow of information in order to feed and maintain the BNGB.

Key words: *Historical cartography, Geographical names, Toponymy, Geography.*

Resumo

O objetivo deste *paper* é oferecer um novo paradigma para a coleta dos nomes geográficos no Brasil. Esta proposta encontra-se ancorada numa nova abordagem sobre a camada de dados topográfica que objetiva a coleta destas identificações no território, e posterior inserção dos nomes geográficos nos documentos cartográficos produzidos no Brasil, a partir do BNGB (Banco de Nomes Geográficos do Brasil). No cerne desta nova proposta, insere-se a viabilidade da construção de uma rede nacional de informantes de nomes geográficos, oriunda das comunidades locais, aquelas que mais estão identificadas com os elos mais fortes dos lugares, e que ao interagir com as instituições oficiais do mapeamento fundamental do país, estabeleçam um consistente fluxo informacional, que venha a servir como alimentador e

* Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE, Diretoria de Geociências, DGC, Centro de Referência em Nomes Geográficos, Coordenação de Cartografia, e-mail: claudio.santos@ibge.gov.br

** Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil, e-mail: pmenezes@acd.ufrj.br

mantenedor, dos nomes geográficos que hoje constam do BNGB, espelho de toda toponímia levantada até os dias de hoje, a partir da documentação cartográfica oficial existente no mapeamento sistemático brasileiro.

Palavras clave: *Cartografía histórica, Nombres geográficos, Toponimia, Geografía.*

Introdução

Os nomes geográficos de um país constituem-se em uma camada de dados de importância ímpar na resolução de litígios fundiários e territoriais, assim como, na outorga de recursos hídricos. Desta maneira, os nomes geográficos contidos na representação cartográfica têm um papel fundamental no grau de confiabilidade das informações geográficas de um determinado território.

De acordo com informações que podem ser obtidas no *site* de Rede Européia para a Reutilização e Enriquecimento da Informação Geográfica (eSDI-net), os nomes geográficos são considerados uma das três componentes de dados mais importantes, quando se leva em consideração àqueles que compõem a informação de referência territorial. Tornam-se, portanto, um dos meios mais comuns que os usuários em geral lançam mão, ao interagir como entrada principal na recuperação de informações a partir do portal da INDE – Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais, que atualmente encontra-se em implantação no Brasil.

Há duas áreas principais nas quais a comunidade como um todo tem interesse na nomeação de lugares, que são:

- Assegurar a capacidade de identificar, sem ambiguidade, e localizar entidades geográficas e lugares, como um sistema de referência essencial para serviços, infra-estrutura e administração pública.
- Assegurar que o valioso acervo de nomes geográficos de um país, com sua variedade de fontes, refletindo padrões únicos de assentamento, se mantenha preservado e acessível.

Para que este fato fique assegurado, mister se faz que se reflita mais amiúde a respeito do processo de coleta destas informações em campo. Referimo-nos aqui ao processo da reambulação, como chamada no Brasil. Em outros países, este processo ganha outro vernáculo. Em Moçambique, por exemplo, esta tarefa toma o nome de recolha. Iremos agora, analisar de que forma o processo de reambulação ocorre contemporaneamente. A partir desta compreensão, abordar-se-á sobre a possibilidade de construir em conjunto com os atores envolvidos nesta tarefa, uma nova proposta para a coleta dos nomes geográficos no território brasileiro.

A coleta dos nomes geográficos contemporânea no Brasil

A Reambulação - **Re-ambular** - ou seja, **ambular uma vez mais**, em outras palavras, é o ato de percorrer determinada porção territorial com o objetivo de coletar, confirmar ou descartar, a partir de entrevistas com a população que lá habita, o

nome das feições cartográficas mais destacadas no local, as quais posteriormente constarão, ou serão descartadas, das cartas e mapas, como nomes geográficos que as identifiquem de forma singular.

Estas feições representam acidentes naturais e antropizados, relacionados a algumas categorias de informação passíveis de representação cartográfica, a saber: hipsográficos, hidrográficos, sistemas de transporte, localidades, limites político-administrativos, obras de engenharia, etc.

As bases para a realização desta coleta de informações em campo são alguns espécimes cartográficos tais como: fotografias aéreas; imagens de radar e satélite; ortofotocartas; mosaicos fotogramétricos; dentre outros.

A atividade de reambulação é dividida em duas fases bem caracterizadas: o planejamento prévio em gabinete e a posterior ida a campo.

Na atividade da coleta de campo da reambulação, a forma de abordagem aos entrevistados é fundamental para a obtenção do resultado desejado. Ao iniciar-se o levantamento em uma localidade, assentamento ou aglomeração, deve-se procurar as autoridades administrativas, jurídicas e religiosas. O IBGE recomenda que a equipe de reambuladores deve apresentar-se no local, procurando inicialmente identificar-se portando os respectivos crachás, documento pessoal, identificação visual facilmente identificável, e em linhas gerais, procurar explicar o objetivo do trabalho de levantamento, os produtos derivados, e em adendo solicitar cooperação de todos os segmentos da sociedade local.

Uma boa iniciativa, principalmente em cidades de áreas rurais, é procurar a rádio local antes do início da coleta, e procurar explicar por esta mídia, o trabalho a ser realizado e suas finalidades principais, a fim de que os moradores locais sejam previamente informados sobre a campanha.

Um importante aspecto a ser levado em consideração é a questão da fonética no linguajar do povo. Deve-se prestar bastante atenção na forma como os nativos do local referem-se foneticamente às localidades, pois os diversos falares regionais do Brasil influenciam sobremaneira a consequente grafia dos nomes geográficos no documento cartográfico, o que sempre acarreta implicações legais no futuro. O reambulador deve sempre desconfiar, quando algo não soa bem ou de certa forma estranho.

Alguns casos exemplificam bem essa questão. Um reambulador do IBGE não grafou de imediato, ao entrevistar um nativo local, o nome de um determinado sítio no estado do Maranhão como “dos Constança” conforme o nativo lhe informara. Averiguando mais amiúde, descobriu que na verdade o referido sítio pertencia à família Constant.

Um outro, no estado do Pará, desconfiou quando o nome de um logradouro foi informado por três moradores diferentes como “Pampocha”. Ao checar os nomes dos logradouros vizinhos constatou que todos possuíam nomes de flores (Cravo,

Rosa, Jasmim etc.), concluiu então que “Pampocha”, na verdade, deveria ser “Papoula”. Nesse caso justifica-se a correção feita pelo reambulador, pois o referido logradouro, foi oficialmente registrado como “Papoula”, seu nome correto, e não “Pampocha” como informado de forma equivocada.

Um outro recurso a ser levado em consideração, para dirimir esse tipo de dúvidas, é checar os nomes informados em documentos emitidos por concessionárias de luz, telefone e assemelhados, verificando a grafia dos nomes nos mesmos. Quando a grafia encontra-se com erros ortográficos, também em documentos oficiais, têm-se um sério problema a ser resolvido.

Num país como o Brasil, onde a educação formal em seu nível fundamental de considerável faixa da população, sobretudo das camadas populares, infelizmente ainda deixa muito a desejar, reveste-se de suma importância à experiência ao preparo dos profissionais de cartografia, que se responsabilizam pela grafia, e consequente impressão dos nomes geográficos nos mapas. Não é raro a equipe de reambulação deparar-se com erros grosseiros na nominação das feições, e com informantes semi-alfabetizados e/ou analfabetos, como mostrado nos exemplos a seguir. Observar Figuras 1, 2 e 3.



Figura 1. Nome geográfico com grafia inconsistente, encontrado na fase de coleta da reambulação. O correto é “Fazenda 3 Irmãos”. Foto de Leila Freitas de Oliveira.



Figura 2. Nome geográfico com grafia inconsistente, encontrado na fase de coleta da reambulação. O correto é “Fazenda São José”. Foto de Leila Freitas de Oliveira.



Figura 3. Informantes típicos encontrados nas áreas rurais do Brasil. Fonte: Foto de Leila Freitas de Oliveira

Cabe observar também, que deve ser feita a diferenciação entre erros grosseiros do idioma pátrio, com os mais diferenciados falares regionais existentes ao longo do país. Termos como “Crôa” que no estado do Ceará se refere à feição geográfica “Coroa”, e “Córguinho” que no estado do Paraná torna-se a corruptela de “Córrego-zinho”. Esses casos não devem ser corrigidos, posto que são expressões consagradas naquelas regiões. A experiência do reambulador nesses casos, será crucial no sentido de diferenciar erros grosseiros do português, em relação às pronúncias regionais.

Graves consequências jurídicas poderão advir, a partir da impostação equivocada no documento cartográfico, emitido por uma instituição oficial, possuidora de cunho legal, devido ao entendimento de uma pronúncia ou fonética alterada de determinado geônimo, e sua posterior inserção numa folha de carta ou mapa oficial, sem a devida revisão crítica.

Deve-se também explicar a importância desse levantamento da maneira mais correta possível, de forma a facilitar a conscientização da população local, para o fato de que a geonímia é fator determinante e fundamental na composição do mapeamento, sendo referência fundamental na resolução de questões fundiárias e jurídicas. Portanto, todas as alterações geonímicas devem ser documentadas, pois cada mapeamento deve espelhar estas alterações, as quais estarão sempre inseridas num determinado contexto espaço-temporal.

Todos os nomes geográficos levantados devem possuir de forma obrigatória referencial geográfico – georreferenciamento - ou seja, possuir coordenadas geográficas – latitude e longitude – que os identifiquem e os posicionem de forma inequívoca sobre a superfície terrestre. Essa referencia geográfica, pode ser levantada tanto em gabinete quanto diretamente no campo por levantamento com GPS navegador. Isto os irá caracterizar como geônimos, conforme estabelecido nesse estudo nas considerações iniciais sobre os aspectos teóricos conceituais. A Figura 4 ilustra isto.

Após o processo de tintagem, em gabinete, o geônimo passa por um procedimento de revisão ortográfica a fim de que erros relacionados ao idioma, involuntariamente inseridos por algum membro da equipe de reambulação, venham a ser repassados para o ambiente de banco de dados onde o nome geográfico ficará armazenado, e a partir daí disseminado em forma de espécimes cartográficos, ou consultas feitas diretamente no banco de dados.

Reambulação – Proposta de um novo paradigma

Nos dias de hoje vale é importante que se reflita sobre a necessidade do estabelecimento de um novo modelo para a coleta de nomes geográficos no Brasil.

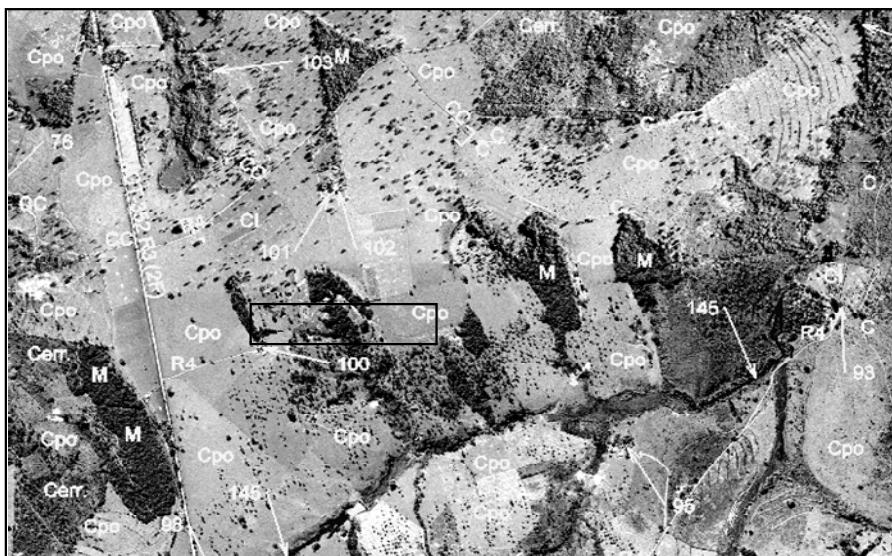


Figura 4. Arquivo com a tintagem, que incorpora as feições reambuladas em campo, e que constarão do documento cartográfico. Adaptado do manual de Reambulação do IBGE.

O processo de reambulação do mapeamento sistemático oficial do país, como observado anteriormente, não obstante o fato de se reconhecer a extrema qualidade e perícia na sua realização, torna-se bastante custoso aos cofres do governo, ao implicar na manutenção de equipes de campo e das viaturas por campanhas de mais de trinta dias.

Além deste fato, o número de reambuladores experientes do IBGE encontra-se em número extremamente reduzido, quando comparado as necessidades de levantamento necessárias para atualização e novas coletas da topónímia em campo.

Hoje existem projetos de mapeamento em andamento em várias unidades da federação, com financiamentos das instituições estaduais notadamente dos setores ligados ao planejamento e monitoramento ambiental. Em geral este mapeamento está sendo executado por empresas privadas, as quais não possuem uma orientação clara sobre os procedimentos mais adequados para a boa consecução das tarefas de reambulação, notadamente nos mapeamentos em que as escalas são acima de 1:25,000. Alguns estados da federação no Brasil estão executando os seus mapeamentos nas escalas de 1:10,000 nas áreas rurais e 1:2,000 nas áreas urbanizadas.

Faz-se mister, portanto se refletir sobre a necessidade de se encontrar soluções alternativas, a fim de que esta tão importante tarefa de recolhimento dos nomes geográficos mantenha o mesmo nível de detalhamento e qualidade que ocorre nas

escalas do mapeamento sistemático brasileiro, quando executado pelas instituições oficiais de mapeamento.

Com o objetivo de contribuir com a criação de um novo modelo de paradigma para a reambulação brasileira, a seguir insere-se algumas reflexões que espera-se possam colaborar com a tarefa proposta.

Interação entre equipes federais e estaduais

Instituir equipes conjuntas entre as equipes de reambulação atuantes nas instituições oficiais de mapeamento terrestre (IBGE, do Ministério do Planejamento e DSG, do Ministério da Defesa) com equipes das instituições estaduais. Neste contexto, espera-se que ocorra a transferência do conhecimento da tarefa em campo de reambulação, das equipes mais experientes das instituições federais para as equipes dos órgãos estaduais. Seria uma forma de inserir novos atores que possam agregar-se na tarefa.

Neste sentido, ocorreu em 2009 uma interessante experiência num processo de certificação da reambulação da folha de carta topográfica Palmeira no estado do Paraná, no qual equipes multidisciplinares do IBGE, ITCG-PR (Instituto de Terras e Cartografia do Estado do Paraná) e SEPL-PR (Secretaria de Planejamento do Estado do Paraná) interagiram de maneira a certificar a pertinência toda a toponímia existente na citada folha de carta, atualizando, inserindo e descartando nomes geográficos, nesta folha de carta, cuja idade da reambulação passava dos vinte anos. No procedimento metodológico utilizado, foi feito um intenso trabalho prévio de planejamento da tarefa, no qual procurou-se esgotar a tarefa de recolha de documentação, e no campo todo o trabalho foi mais focado em determinadas ocorrências que deveriam ser resolvidas a partir do levantamento feito em gabinete. Uma reambulação diferenciada, pois que foi direcionada, para alguns casos a serem resolvidos.

Uma grande vantagem também, foi a experiência e transferência de conhecimento entre as equipes da instituição federal e as estaduais. Houve um caso de um rio cujo nome foi identificado erroneamente anteriormente, e que é também limite municipal. Ao corrigir este equívoco, alterou-se também o citado limite. Supõe-se que existam muitos casos semelhantes a este em outras regiões do território nacional.

Interações com comunidades tradicionais locais

Uma outra proposta, que avalia-se deva também ser considerada como alternativa no novo modelo de reambulação, passa pelo estabelecimento de um maior contato com entidades tradicionais existentes nos locais que serão levantados. Como exemplo deste fato podemos citar: clubes de montanhismo; excursionistas que utilizam bicicletas, pescadores artesanais, dentre outras comunidades locais.

Estes novos atores são potenciais informantes sobre a denominação de determinadas ocorrências, não levantadas pelas equipes das instituições oficiais de mapeamento. Há que se estabelecer uma rede de informantes, que possa interagir como alimentadores de dados para as instituições oficiais, utilizando-se a internet, a INDE – Infraestrutura de Dados Espaciais, recentemente lançada e o Banco de Nomes Geográficos do IBGE, que também deverá fazer parte da INDE.

Com uma devida filtragem que deve ser estabelecida, acredita-se que este procedimento também possa contribuir para a devida atualização de novas informações. Existem casos em que os montanhistas e comunidade de pescadores, tem conhecimento das informações de vários acidentes orográficos e litorâneos que não constam nas folhas de carta oficiais, a assim poderiam passar a constar, enriquecendo as informações da denominação das feições representadas pela cartografia oficial.

Aproveitamento da capilaridade das instituições de mapeamento

Algumas instituições, pela própria natureza de suas atividades, possuem uma extensa rede de capilaridade no território brasileiro. Pode-se aproveitar este fato e inserir novos atores na tarefa de reambulação. É o caso, por exemplo do IBGE, que possui uma considerável cunha no território nacional, por meio de suas centenas de agencias de estatística espalhada pelo território.

Muitas das equipes que naturalmente necessitam ir a campo para a coleta de informações estatísticas de algumas pesquisas da instituição, poderiam ser aproveitadas para também fazer a checagem para a correção, inserção e eliminação de algumas informações concernentes aos nomes geográficos.

Considerações finais

Ao se levar em consideração a proposta aqui introduzida acredita-se que se possa agregar valor a esta tarefa tão importante, quanto necessária, tal seja a identificação das feições do território. Um mapa sem nomes perde muito do seu significado, ao tornar-se apenas uma bela imagem a ser contemplada. Os nomes geográficos são fundamentais na composição da informação cartográfica e a sua importância nunca deve ser relegada um plano secundário. Os nomes não nascem nos mapas. Existe uma ingente tarefa a ser cumprida para a alocação dos mesmos nos nossos produtos cartográficos, sendo uma obrigação dos profissionais envolvidos nesta tarefa, refletir sobre a mesma a fim de sempre procurar otimizá-la.

Bibliografia

ABF, Academia Brasileira de Filologia (1961). *Vocabulário Ortográfico de Nomes Próprios*; Artur de Almeida Torres e Zélio dos Santos Jota, organizadores. Editora Fundo de Cultura. Rio de Janeiro.

- ABL, Academia Brasileira de Letras (1999). *Vocabulário onomástico da língua portuguesa/Academia Brasileira de Letras*; Antonio José Chediak, coordenador-geral; prefácio de Arnaldo Niskier, Rio de Janeiro.
- Abreu, A. I. C. (1994) *Municípios e Topônimos Fluminenses Histórico e Memória*. Imprensa Oficial do Estado do Rio de Janeiro, Niterói.
- Menezes, P. M. L. (1996). *Apostila Cartografia Básica*, Curso de Graduação em Geografia, IGEO/UFRJ, Rio de Janeiro.
- Menezes, P. M. L. e Santos C. J. B. (2007). *Geonímia: aspectos relevantes*. Revista da SBC, Sociedade Brasileira de Cartografia, num. 58/03, Rio de Janeiro.
- Santos, C. J. B., Geonímia do Brasil: A Padronização dos Nomes Geográficos num Estudo de Caso dos Municípios Fluminenses, Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, IGEO, Rio de Janeiro. 2008.

Técnicas geomáticas aplicadas al control de los glaciares rocosos. Comparación de los glaciares rocosos de Doesen (Alpes), Posets (Pirineos) y Corral del Veleta (Sierra Nevada)

José Juan de Sanjosé Blasco*

Atkinson Gordo*

Viktor Kaufmann**

Antonio Gómez Ortiz***

Ferran Salvador Franch***

Enrique Serrano Cañadas****

Juan José González Trueba*****

Abstract

There is no doubt that the study of glacial geomorphology can inform us about the climate changes that have taken place throughout the Quaternary Era. The analysis of a glacier in the present shows us the current impact of the climate upon it, and a continuous sequence of its behaviour could even be an indicator for predicting its future evolution.

In this article a comparative study is undertaken of three rocky glaciers: Doesen in the Austrian Alps, Posets in the Central Pyrenees, and Corral de Veleta in the Spanish Sierra Nevada. In these three glaciers annual measurements were made

* Departamento de Expresión Gráfica. Grupo de investigación IGPU, Escuela Politécnica de Cáceres, Universidad de Extremadura, Cáceres, España, correos electrónicos: jjblasco@unex.es; atkinson@unex.es

** Institute of Remote Sensing and Photogrammetry, Graz University of Technology, Graz, Austria, correo electrónico: viktor.kaufmann@tugraz.at

*** Departamento de Geografía Física y A.G.R., Facultad de Geografía e Historia, Universidad de Barcelona, Barcelona, España, correos electrónicos: gomez@ub.edu; fsalvador@ub.edu

**** Departamento de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras. Universidad de Valladolid, España, correo electrónico: serranoe@fyl.uva.es

***** Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Facultad de Letras, Vitoria-Gasteiz, España, correo electrónico: jjgtrueba@hotmail.com

(2001-2008) of the horizontal and vertical displacement after the installation of control points (spikes and rods). In this study, geodesic data was not available for the Doesen glacier in the year 2003, nor for the Posets glacier in the years 2002, 2003, and 2004.

On the other hand, there is thermal data for the floor of the rocky glacier of Corral de Veleta for the same years (the period 2001-2008) as the geomorphic study. These thermal records allow us to observe the relation between summers with warmer recorded ground temperatures and greater dynamism. This behaviour could be similar to other rocky glaciers, although the geomorphological responses could vary in relation to the specific environment and local climatic conditions.

Key words: *Geomatics, Rock glacier, Dynamic, Temperature.*

Resumen

Sin lugar a dudas, el estudio de la geomorfología glaciar puede informarnos de los cambios climáticos que se han producido a lo largo del Cuaternario. Su análisis en el presente nos indica la influencia actual del clima sobre ellos, incluso una secuencia continuada del comportamiento del mismo podría ser un indicador para la determinación de la evolución futura del glaciar analizado.

En este artículo se realiza un estudio comparado de tres glaciares rocosos: Doesen (Alpes Austriacos), Posets (Pirineos Centrales) y Corral del Veleta (Sierra Nevada). En estos tres glaciares se han realizado mediciones anuales (2001-2008) del desplazamiento horizontal y vertical a partir de la instalación de puntos de control (clavos y varillas). En este estudio no se dispone de datos geodésicos para el glaciar de Doesen en el año 2003, y para el glaciar de Posets en los años 2002, 2003 y 2004.

Por otra parte, hay datos térmicos del suelo del glaciar rocoso del Corral del Veleta para los mismos años (periodo 2001-2008) que el estudio geomático. Estos registros térmicos permiten observar la relación entre los veranos con registros térmicos de suelo más cálidos y mayor dinamismo. Este comportamiento puede ser similar al de otros glaciares rocosos, aunque las respuestas geomorfológicas pueden ser variadas en relación con el emplazamiento ambiental y las condiciones topoclimáticas.

Palabras clave: *Geomática, glaciar rocoso, dinámica, temperatura.*

Introducción y objetivos

Los glaciares rocosos son un prioritario objeto de estudio para la comprensión de ambientes de alta montaña y altas latitudes por su estrecha relación con unas condiciones climáticas periglaciares y ambientes con permafrost. Si en una primera etapa de estudio los glaciares rocosos se estudiaron en función de su localización y se clasificaban por su morfología (Wahrhaftig y Cox, 1959), a partir de los años

ochenta se inician estudios en las montañas templadas y árticas (Barsch, 1978; Haeberli, 1985; Giardino *et al.* 1987; Corte, 1987) que enmarcan los glaciares rocosos en unas condiciones climáticas precisas y se realizan clasificaciones genéticas (glaciogenéticos o periglaciares) y dinámicas (activos, inactivos y relictos). En los años noventa se realizan múltiples inventarios de glaciares rocosos en el ártico y las montañas del mundo que permiten un exhaustivo conocimiento de su distribución regional. Se han registrado rangos de desplazamiento entre 5 y 70 cm/año para glaciares rocosos árticos (Wahrhaftig y Cox, 1959; Kääb *et al.*, 2002; Haeberli *et al.*, 2006) y un rango más amplio en los glaciares rocosos de montaña (Haeberli, 1985; Francou, 1993; Kääb *et al.*, 2002; Serrano *et al.*, 2006).

Al tiempo que se desarrolla el conocimiento de los glaciares rocosos han surgido controversias en su interpretación ambiental, genética y dinámica. Desde una perspectiva ambiental, los glaciares rocosos se emplazan entre las isotermas anuales de la temperatura media anual del aire de -2º C para los frentes y -6º C para la cola, y se atribuyen a unas condiciones periglaciares. Son, pues un eficaz indicador climático y paleoclimático en las montañas templadas y árticas y se generaliza su uso para la reconstrucción de las condiciones ambientales del pasado, cuando son relictos, o del presente, cuando son activos. A esta interpretación ambiental genérica (Haeberli, 1985; Giardino *et al.*, 1987; Barsch, 1996), útil para la caracterización regional o la interpretación paleoambiental, se han incorporado los cambios dinámicos bruscos asociados a la variabilidad climática (Olyphant, 1987; Kirkbridge *et al.*, 1995; Sanjosé, 2004; Serrano *et al.* 2006; Haeberli *et al.*, 2006). Estas variaciones de los ritmos de desplazamiento, adelgazamiento o engrosamiento asociados a incrementos en la alimentación de clastos, en la fusión del hielo intersticial o en la circulación basal de agua líquida, entre otros factores, pueden estar relacionadas con las variaciones climáticas que afectan al propio glaciar rocoso o a su entorno, o con cambios dinámicos. Todo ello, se traduce en cambios anuales o plurianuales que necesitan de un conocimiento preciso de la dinámica del glaciar para su correlación con fases morfogenéticas o variaciones y cambios climáticos, si bien los cambios recientes en desplazamiento horizontal, sugieren una alta sensibilidad a los cambios ambientales (Serrano y Agudo, 1998; Serrano *et al.*, 1999, 2001, 2004, 2006; Lugon *et al.*, 2004; Sanjosé *et al.*, 2007). De este modo, si para unos autores son precisos indicadores ambientales, para otros poseen una dinámica endógena que impide su adscripción a unas condiciones ambientales concretas, y es necesario conocer los ritmos anuales de deformación, y correlacionarlos con los factores topoclimáticos o las variaciones climáticas.

Respecto a su génesis, para unos autores (Haeberli, 1985; Haeberli *et al.*, 2006) sólo son glaciares rocosos los asociados a masas de clastos con hielo intersticial, para otros autores existen glaciares rocosos con núcleo de hielo que procede de un origen glaciar (Whalley y Martín, 1992; Whalley y Azzizi, 1995). Los estudios

geofísicos, térmicos, geomáticos y geoquímicas realizados desde los años ochenta han permitido establecer la complejidad morfogenética de los mismos (Barsch, 1996) y la importancia de cada una de ellas como indicador morfodinámico o morfoclimático. Finalmente, también la interpretación reológica de los glaciares rocosos es controvertida. El conocimiento de la estructura de los glaciares rocosos y el contenido de hielo (masa de hielo o hielo intersticial) no han permitido el establecimiento de una tipología única y universal de la genética de los glaciares rocosos. El desplazamiento de centimétrico a métrico de los glaciares rocosos y el desarrollo de surcos y arcos que expresan en superficie el flujo de la masa de clastos congelada puede ser interpretada como procesos de reptación, donde la gelifluxión es el proceso prioritario, o procesos térmicos con fusiones diferenciales y levantamientos por helada y termokarst, con emergencias, compresiones y adelgazamientos de la masa, que generan su desplazamiento (Whalley y Martin, 1992; Whalley y Azzizi, 1995; Frauenfelder y Kääb, 2000; Kääb y Weber, 2004; Harris y Murton, 2005; Haeberli *et al.*, 2006), de modo que el conocimiento actual es insuficiente para entender los procesos dominantes. Los estudios detallados de glaciares rocosos en alta montaña sugieren complejos procesos en función de las litologías, la densidad del material, la temperatura del hielo, las pendientes, la fricción lateral, la estructura y dinámica interna, donde la gelifluxión y los procesos gravitacionales se superponen al flujo de cuerpo helado (Arenson *et al.*, 2002; Ikeda y Matsuoka, 2006).

El escaso conocimiento de la dinámica interna hace que perduren muchos interrogantes, si bien es necesario un conocimiento más exhaustivo de estos procesos que permita afinar la interpretación genética, dinámica y ambiental de los glaciares rocosos.

Para un conocimiento más detallado de la dinámica de los glaciares rocosos, así como de sus respuestas dinámicas a las variaciones y cambios ambientales, las técnicas geomáticas ofrecen un elevado potencial aplicadas al análisis reológico de los cuerpos helados, para obtener una precisa información de la deformación de los glaciares rocosos y las relaciones con las variaciones ambientales.

El estudio de los glaciares rocosos en ambientes marginales de montañas templadas

Introducción

Los glaciares rocosos de las montañas de latitudes templadas, en particular las subtropicales, son excelentes indicadores de las variaciones del clima, de ahí su interés en el estudio de su evolución actual. Están dotados de movimientos merced al comportamiento plástico que le generan los hielos que pueden albergar en su seno. Conocer su dinámica, sobre todo el grado de desplazamiento del cuerpo detrítico y variaciones de su morfotopografía, viene siendo preocupación creciente desde que

el denominado Cambio Climático ocupa lugar preferente en los estudios relativos a sistemas naturales en montaña. Al respecto, un dato significativo es que a finales de los años ochenta del siglo pasado eran en torno a una docena los glaciares rocosos motivo de estudio en las montañas europeas y dos décadas después superan el centenar, aunque ahora repartidos por diferentes montañas del mundo (Rocky Mountains, Alaska Range, Alps, Pirineos, Sierra Nevada, Scandinavian ranges, Andes, Antarctica, Himalayas y Tien Shan).

En este artículo hacemos referencia y comparamos los resultados obtenidos en tres glaciares rocosos europeos (Doesen, Posets y Corral del Veleta) ubicados en los tres sistemas montañosos más altos de Europa Occidental (Alpes Austríacos, Pirineos Centrales y Sierra Nevada), respectivamente. Existen datos dinámicos de los movimientos del glaciar rocoso de Doesen desde 1995 (Kaufmann *et al.*, 2006), pero no es hasta 2001 cuando se hacen las primeras observaciones en los otros dos glaciares rocosos (Posets y Corral del Veleta), por ello, es esta fecha, el origen de estas comparaciones.

De los tres glaciares rocosos no se dispone de información térmica del interior del cuerpo detrítico. Sólo se tiene instalada una torre de termómetros en el glaciar rocoso del Corral del Veleta (Sierra Nevada), por lo que serán estos datos los que utilizaremos para razonar el comportamiento de esta unidad y vislumbrar el de los otros dos glaciares rocosos. El objetivo de este artículo será, por tanto, analizar y comparar la dinámica (planimétrica y altimétrica) de cada uno de los glaciares rocosos referidos a partir de la información disponible.

Glaciar rocoso de Doesen (Alpes austriacos)

Las coordenadas geográficas del glaciar rocoso de Doesen son: 46° 59' 12" N; 13° 17' 08" E y un rango de altitud de 2,339m (frente) a 2,650m (cola), con unas dimensiones de 1,000 de largo y una anchura variable entre los 150 y 300m, su orientación es oeste-este y su frente tiene una pendiente aproximada de 40°. Se encuentra dentro del grupo montañoso de Ankogel dentro del Parque Nacional de Hohe Tauern en Austria (Figura 1).

Investigadores de la Universidad de Graz son los encargados de realizar los estudios sobre el glaciar rocoso del Doesen, y en concreto es en 1990 cuando el profesor Lieb (Institute of Geography and Regional Science of the University of Graz) inició las investigaciones del permafrost en Austria en la zona oriental de los Alpes austriacos. En este estudio, Lieb recopiló 1,450 glaciares rocosos en esta zona y lo reflejó en una cartografía geomorfológica (Lieb, 1996; Lieb, 1998).

Los trabajos geofísicos desarrollados sobre el glaciar demostraron que su espesor está entre 30 y 40m, dependiendo de la zona. En el año 1995 empezaron los trabajos fotogramétricos y geodésicos para obtener información de la dinámica glaciar y crear el mapa geomorfológico y topográfico de precisión. Para la determi-



Figura 1. Vista general del glaciar rocoso de Doesen.

nación de la dinámica glaciar mediante técnicas geodésicas se colocaron 34 puntos en la superficie del glaciar.

Glaciar rocoso de Posets (Pirineos Centrales)

El glaciar rocoso de Posets ($42^{\circ} 39' 32''$ N; $0^{\circ} 26' 49''$ E) se localiza en la vertiente oriental del macizo del mismo nombre, en el Pirineo aragonés, entre los 2,995m del frente y los 3,060m de altitud de la cola y con orientación noreste. Se trata de un glaciar rocoso de derrubios, generado por una dinámica periglaciar y alimentado por los derrubios del glaciar de Posets (Figura 2). La anchura media del glaciar es de 200m y según la pendiente presenta cuatro diferentes áreas: cola del glaciar con 7° , parte alta con 15° , parte central con $24^{\circ}\text{--}30^{\circ}$ y un frente escarpado con $40^{\circ}\text{--}45^{\circ}$.

Durante la Pequeña Edad del hielo, el circo de Posets estuvo ocupado por un pequeño glaciar disfluyente, con una lengua que fluía al norte atravesando el collado de la Paül, y otra al este, donde se desarrolló el glaciar rocoso de Posets. En la actualidad permanece, adosado a la pared el helero de Posets, que finaliza en una depresión kárstica situada a 3,040 metros, donde se ubica la raíz del glaciar rocoso de Posets.

La superficie del glaciar está bien conservada, con una sucesión de arcos, caracterizados por la disimetría, derivados de su compleja actividad actual (Serrano *et al.*, 2010). Los materiales superficiales son esquistos rojizos procedentes la cara este del Posets, y en menor proporción, granitos procedentes del batolito que aflora en la porción norte del glaciar rocoso. El glaciar rocoso fue interpretado como un

glaciar rocoso en los años ochenta (Hamilton, 1988; García Ruiz *et al.*, 1992) y clasificado como un glaciar rocoso glaciogenético (Serrano y Agudo, 1998; Serrano *et al.*, 1999), en el pasado conectado con el glaciar de Posets, hoy transformado en un helero y alejados entre si una centena de metros. En la actualidad el glaciar rocoso está, pues, desconectado del hielo y de las paredes, y no recibe alimentación de clastos. El glaciar rocoso de Posets ha sido clasificado como “híbrido” para definir la complejidad existente entre el cuerpo helado y la existencia de un cuerpo de hielo masivo (Lugón *et al.*, 2004; Serrano *et al.*, 2010).



Figura 2. Vista general del glaciar rocoso del Posets.

Desde 1990 se ha realizado la cartografía geomorfológica detallada de la superficie del glaciar rocoso, el análisis de los clastos superficiales, registros térmicos continuos y mediciones BTS, sondeos geoeléctricos y, desde 2001, la auscultación topográfica con la colocación de 10 puntos de control instalados en la superficie del glaciar rocoso, medido mediante DGPS.

Glaciar rocoso del Corral del Veleta (Sierra Nevada)

Sierra Nevada es el macizo más elevado de la Península Ibérica (Mulhacén, 3,482m). Durante las glaciaciones cuaternarias albergó los glaciares más meridionales de Europa, al igual que durante la Pequeña Edad del Hielo (siglos XV-XIX). El Corral del Veleta, instalado en la fachada norte del picacho del Veleta (3,398m), en la cabecera del barranco del Guarnón, actuó a manera de circo glaciar y cobijó en su seno durante la Pequeña Edad del Hielo un reducido glaciar que permaneció, en

continuo proceso regresivo, hasta mediados del siglo XX (Figura 3). En la actualidad, no existe rastro de él pero sí hielo fósil y permafrost, en proceso de degradación (Gómez Ortiz *et al.*, 2001; Tanarro *et al.*, 2001; Gómez Ortiz *et al.*, 2002; Gómez Ortiz *et al.*, 2003).

El pequeño glaciar rocoso ($37^{\circ} 03' 33''$ N; $3^{\circ} 21' 47''$ W) generado, muy probablemente a partir de mediados del siglo XX, está instalado en la base del Corral, entre la pared del circo y la morrena frontolateral. El glaciar rocoso adopta una figura en forma de "L". Se inicia con coladas de bloques adosadas a la pared del Corral y con prolongación en dirección norte. Y continúa, ya en dirección oeste, con lenguas y arcos coalescentes, siempre rellenando el surco del Corral, al cobijo de la morrena frontolateral que aísla el Corral del resto del valle (Sanjosé *et al.*, 2007).

En el año 2001 se instalaron 27 varillas sobre la superficie del glaciar rocoso, de una longitud de 1.30m, y desde entonces se vienen realizado auscultaciones periódicas anuales, siempre en la misma fecha (última semana del mes de agosto).



Figura 3. Vista general del glaciar rocoso del Corral del Veleta.

Aplicación y utilidad de las técnicas geomáticas en el estudio de los glaciares rocosos

Controles geodésicos

El control geodésico consiste en la medición del desplazamiento planimétrico y altimétrico del cuerpo detrítico de los tres glaciares rocosos. Para poder realizarlo, se han establecido una serie de puntos de control en su superficie con clavos y varillas metálicas (1.30m de longitud y 0.02m de diámetro). En cada una de las campa-

ñas de campo, se han obtenido coordenadas tridimensionales (X, Y, Z) para analizar el desplazamiento de cada glaciar rocoso.

Dadas las características de los equipos disponibles, la accesibilidad a los glaciares rocosos y la exactitud necesaria para realizar el posterior análisis geodinámico de los glaciares, se ha estimado necesario alcanzar una exactitud de, al menos $\pm 3\text{cm}$. Para verificar la calidad y la exactitud de los datos tomados en campo, generalmente se han empleado dos técnicas diferentes: mediciones mediante estación total y mediciones con GPS: RTK (en tiempo real) y PP (en post-proceso).

Mediciones con estación total: los datos capturados con estación total se han realizado desde un punto estable situado fuera de las posibles zonas movimiento de los glaciares rocosos. La estabilidad de dicho punto así como las referencias para la orientación del equipo se verificaban previamente a la captura de datos de cada campaña de campo mediante intersección inversa y/o su control por GPS.

Mediciones con GPS: los principales problemas de una observación GPS sobre un glaciar rocoso son: la obstrucción de la señal de los satélites producida por los paredones que lo rodean, el efecto multipath producido por el rebote de la señal sobre los paredones y el rebote de la señal sobre el hielo que se encuentran cerca del glaciar.

El primero de los problemas se puede minimizar realizando la observación durante los períodos del día en los que la obstrucción es mínima al existir una mayor concentración de satélites con gran elevación sobre el horizonte del lugar. Por el contrario, el problema del multipath es más difícil de detectar y corregir, por lo que hemos empleado la técnica de la “re-ocupación” (Sanjosé *et al.*, 2004) para tratar de detectar errores groseros en observaciones GPS-RTK. Esta técnica consiste en capturar las coordenadas de un mismo punto en dos condiciones de observación diferentes (por ejemplo: observando el mismo punto con dos o más horas de diferencia entre la primera observación $-t_1-$ y la segunda $-t_2-$). Si las coordenadas del punto observado en t_1 difieren en más de $\pm 3\text{cm}$ de las coordenadas del mismo punto observado en t_2 , esto puede ser debido al efecto multipath y debería realizarse una tercera observación (en un tiempo $-t_3-$) para determinar qué observación es la correcta.

Datos térmicos

En el año 2001 se instaló una torre de sensores térmicos autónomos y automáticos (tipo datalogger Tiny-talk) en el seno del glaciar rocoso del Corral del Veleta, cubriendo la capa activa. Los registros se hicieron a profundidades diferentes: -15cm, -40cm y -90cm, y se registra la temperatura automáticamente a intervalos regulares de 4 horas, durante todo el año.

De los glaciares rocosos de Doesen y Posets no se dispone de datos térmicos, pero siguiendo el ejemplo del Corral del Veleta, en el año 2008, se instalaron senso-

res térmicos en el área del Parque Natural de Posets-Maladeta. Asimismo, en la zona de influencia del glaciar rocoso de Doesen también se han colocado termómetros, al amparo del proyecto “Alpchange Climate Change and Impacts in Southern Austrian Alpine Regions”.

Resultados

Los resultados de la dinámica de cada punto de control de los glaciares rocosos monitorizados están publicados en distintos artículos (Kaufmann *et al.*, 2006; Serrano *et al.*, 2010; Gómez Ortiz *et al.*, 2008). A continuación, se exponen los desplazamientos (planimétricos y altimétricos) de los puntos aglutinados por sectores (frente, centro y cola) (Tabla 1, 2 y 3).

Glaciar rocoso de Doesen (periodos 2001-2002 y 2004-2008)

La instrumentalización geodésica del glaciar se hizo en el año 1995. Se colocaron 7 estaciones de referencia y 34 puntos de control sobre el glaciar rocoso. Además, de la medida de los 34 puntos de control se realizó el seguimiento de dos perfiles longitudinales y dos perfiles transversales, siendo en total 109 puntos los medidos (Kienast y Kaufmann, 2004; Kaufmann *et al.*, 2006).

Los resultados mostrados en las Tabla 1 para el glaciar rocoso de Doesen nos indican una mayor dinámica planimétrica que altimétrica, y es su sector central el que tiene mayor actividad planimétrica. Los sectores central y cola se comportan de forma muy similar, con respecto a su movimiento altimétrico.

Tabla 1
Doesen: Desplazamiento medio (por zonas) planimétrico / altimétrico en cm.

Puntos	2001-2002	2002-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008
Frente (5, 7, 8)	26.6 / -6.3	29.0 / -6.3	26.5 / -4.5	19.3 / -2.1	20.6 / -4.5	19.5 / -4.2
Centro (14, 15, 16, 21, 22)	30.8 / -11.1	38.9 / -13.2	36.5 / -12.6	31.9 / -8.8	30.0 / -9.2	29.7 / -10.9
Cola (32, 34)	16.0 / -12.2	24.2 / -15.8	20.5 / -11.6	18.1 / -9.9	20.1 / -13.6	15.1 / -11.9

En general, es un glaciar que tiene un comportamiento relativamente homogéneo, esto es, tiene una respuesta muy parecida todos los años. Sólo el periodo 2002-2004 (dos años) escapa a esta idea.

Glaciar rocoso de Posets (año 2001 y periodo 2005-2008)

El control de los 10 puntos fijos se ha realizado con equipos GPS bifrecuencia interconectados por radio-módem. Para realizar un contraste de la calidad de los resultados se ha empleado la técnica de la re-ocupación, obteniendo precisiones de 2-

4cm en X,Y,Z. Los años de observación han sido 2001, 2005, 2006, 2007 y 2008 (Serrano *et al.*, 2010).

De los resultados mostrados en la tabla 2 destacan las siguientes ideas:

- Del periodo 2001-2005 no existe información suficiente para dar una opinión coherente. En conjunto, existe mayor dinámica planimétrica que altimétrica, aunque en algunos periodos (2005-2006) y (2006-2007) hay mayor desplazamiento altimétrico que planimétrico. Los valores conjuntos de la dinámica detectada es muy similar en todo el glaciar rocoso (sectores frente, centro y cola).
- En el glaciar de Posets es posible diferenciar entre una escala secular, donde se aprecia una pérdida de masa y ralentización de su dinámica, y una respuesta rápida interanual, más dinámica, con variaciones anuales en los desplazamientos superficiales. El movimiento vertical y horizontal del glaciar rocoso de Posets, con variaciones en periodos cortos, muestra su rápida respuesta a las variaciones del medio ambiente, con un aumento pronunciado del flujo y la fusión de cuerpos de hielo. Las tasas más altas coinciden con un año anómalo en las temperaturas y precipitaciones en el conjunto del Pirineo aragonés, un invierno cálido y sin lluvias seguido por una primavera y verano muy cálidos. Variaciones temporales similares han sido señaladas en algunos glaciares rocosos alpinos y pirenaicos (Kääb, *et al.*, 1997; Kääb y Frauenfelder, 2001; Serrano *et al.*, 2006).

Tabla 2
Posets: Desplazamiento medio (por zonas) planimétrico / altimétrico en cm

Puntos	2001-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008
Frente (2, 4, 6)	43.9 / -27.3	7.6 / -10.0	11.3 / -12.2	6.9 / -3.7
Centro (5, 7, 10)	40.8 / -18.8	8.0 / -10.5	12.7 / -9.2	7.2 / -4.3
Cola (8, 9)	36.5 / -32.7	7.5 / -12.5	13.7 / -17.7	7.9 / -5.2

El predominio de adelgazamiento del glaciar rocoso, con engrosamiento relativo de la porción central indica la combinación de dos procesos, por un lado, una pérdida de masa en el cuerpo congelado, y por otro, la fusión de hielo remanente, con subsidencia profunda en la parte superior. Todo ello denota un estado inestable y un desequilibrio térmico.

Glaciar rocoso del Corral del Veleta (periodo 2001-2008)

Las observaciones geodésicas en el glaciar rocoso del Corral del Veleta se han realizado simultáneamente con estación total y GPS. Algunos años, la observación con GPS no ha mostrado buenos resultados debido a la mala configuración de los

satélites en el momento de la toma de datos, y por ello esos años solo se ha utilizado la estación total.

Con el paso de los años se fueron añadiendo nuevos puntos de control (varillas) sobre el glaciar rocoso por desaparición de algunas de las varillas existentes, principalmente en la cola del glaciar, donde se genera mayor dinámica (Tabla 3).

Los resultados de los controles térmicos realizados desde el año 2001 hasta la actualidad se indican en la Tabla 4, donde se ofrecen los valores medios registrados ($^{\circ}\text{C}$) para los meses de mayo, junio, julio y agosto. En el mes de mayo se inicia la fusión de la nieve en el suelo, que se prolonga hasta finales de agosto, pues a partir de septiembre las temperaturas tienden a descender progresivamente y comienza el riesgo de nevada, así como el número de días con temperatura positiva ($>0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y superior a $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$). Los valores, en su conjunto, permiten apreciar en el tiempo la progresión de la onda térmica de radiación en el interior del suelo.

Tabla 3
Veleta: Desplazamiento medio (por sectores) planimétrico/altimétrico en cm

PUNTOS	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008
Frente (2,3,6)	8.0 / -17.3	13.9 / -35.5	3.7 / -11.0	24.9 / -63.9	18.6 / -46.6	19.5 / -47.00	11.7 / -43.5
Centro (10,11,12,13)	2.2 / -18.1	4.5 / -29.4	2.1 / -8.9	11.6 / -81.8	5.7 / -46.6	13.5 / -41.8	5.6 / -37.9
Cola (20,21)	40.7 / -63.2	39.4 / -63.6	21.5 / -35.6	60.8 / -97.3	40.2 / -71.8	46.2 / -57.6	36.0 / -64.8

Tabla 4
Temperatura media mensual a diferentes profundidades (-15/-20cm, -40/-50cm, -90/-100cm), número de días al año con temperatura media positiva (0 $^{\circ}\text{C}$ y 10 $^{\circ}\text{C}$) entre los años 2001 y 2007 y clasificación cualitativa en verano. "s.d.: sin datos"

Periodo anual	2001 - 2002			2002 - 2003			2003 - 2004			2004 - 2005			2005 - 2006			2006 - 2007		
Profundidad (cm)	-15	-40	-90	-15	-40	-90	-15	-40	-90	-15	-40	-90	-20	-50	-100	-20	-50	-100
Mayo ($^{\circ}\text{C}$)	-2.4	-2.7	s.d.	s.d.	-0.4	-0.3	-0.9	s. d.	-1.3	1.3	s. d.	0.6	-0.1	-0.2	s. d.	-0.9	-1.0	s. d.
Junio ($^{\circ}\text{C}$)	-2.3	-2.7	s.d.	s.d.	-0.2	-0.1	-0.1	s. d.	-0.3	9.1	s. d.	5.9	3.1	2.4	s. d.	0.1	-0.1	s. d.
Julio ($^{\circ}\text{C}$)	6.5	4.5	s. d.	s. d.	4.2	2.4	-0.1	s. d.	-0.3	13.4	s. d.	9.2	12.0	10.1	s. d.	10.5	8.3	s. d.
Agosto ($^{\circ}\text{C}$)	11.5	9.4	s. d.	s. d.	11.2	8.1	6.0	s. d.	3.7	11.9	s. d.	8.6	10.7	9.5	s. d.	11.3	10.0	s. d.
Número días > 0 $^{\circ}\text{C}$	51	50	s. d.	s. d.	49	50	25	s. d.	26	105	s. d.	105	84	83	s. d.	68	67	s. d.
Número días > 10 $^{\circ}\text{C}$	34	27	s. d.	s. d.	32	0	7	s. d.	0	69	s. d.	10	52	22	s. d.	30	27	s. d.
Valor cualitativo	TEMPLADO			TEMPLADO			FRIO			CALUROSO			TEMPLADO ALTO			TEMPLADO ALTO		

Acerca del movimiento del cuerpo detrítico del glaciar rocoso cabría resaltar lo siguiente:

El sector de cola del glaciar rocoso tiene un comportamiento no homogéneo respecto al conjunto del mismo, pues está influenciado por desprendimientos procedentes de la pared del circo y por pendientes empinadas por lo que no resultan representativos los valores. De ahí la frecuencia con que las varillas desaparecen.

El resto del glaciar rocoso (sectores de frente y centro) se comporta de forma diferenciada pero más homogénea que el sector cola, siempre de acuerdo con las condiciones térmicas del suelo. Los años templados (2001-2002 y 2002-2003) tienen entre ellos una dinámica similar, como también ocurre con los templados altos (2005-2006 y 2006-2007). Frente a ellos, despuntan el periodo 2003-2004 (frío) y el periodo 2004-2005 (caluroso) que son extremos. El sector central es el que siempre ofrece menor dinámica planimétrica, pero el año mas caluroso (2004-2005) fue la que más se hundió.

Por último, la nota más significativa del comportamiento dinámico del glaciar rocoso del Corral del Veleta es su persistente mayor desplazamiento en altimetría (hundimiento) que en planimetría.

Interpretación de los resultados y discusión

De los tres glaciares rocosos analizados se detectan comportamientos comunes y otros contrastados. El origen de todos estos comportamientos estriba en que el ámbito periglaciario en el que se incluyen y las condiciones climáticas actuales resultan diferenciadas. Algo más cercanas entre el glaciar rocoso de Doesen y Posets y diferenciadas entre estos dos y el Corral del Veleta. La envergadura de los macizos en los que se inscriben y la latitud a la que cada uno de los glaciares rocosos se ubica son también factores determinantes.

Los resultados muestran que entre los tres glaciares rocosos hay diferencias dinámicas pero existe una respuesta común. El glaciar rocoso de Doesen tiene un comportamiento estable en el que las variaciones térmicas deben tener una influencia relativamente pequeña comparada con los otros dos glaciares rocosos analizados. A estas dinámicas diferenciadas se impone una tendencia común: la respuesta a que durante los veranos más cálidos el dinamismo es mayor. Sin embargo, éste resulta diferenciado en cada uno de los glaciares rocosos descritos. Unos glaciares rocosos responden con mayores velocidades de flujo (Doesen y Posets) frente a otros en los que se incrementa el adelgazamiento, como sucede moderadamente en Posets pero de forma más clara en el Corral del Veleta.

El hecho común de todos ellos es que los tres cuerpos detriticos manifiestan movimiento planimétrico (a favor de la pendiente) y movimiento altimétrico (hundimiento), lo que viene a reflejar que son activos aunque, a la vista de los valores detectados, mostrando entre sí dinámica diferenciada. La presencia de movimiento altimétrico negativo (hundimiento) tan acusado en el caso del Corral del Veleta está asociado a la degradación de la masa helada (hielo glaciar relicto y permafrost) en la que se asienta el cuerpo del glaciar rocoso (Gómez Ortiz *et al.*, 2008). En el caso de Posets y Doesen debe comenzar a suceder algo similar, aunque la falta de datos térmicos no permite ir más allá (Figura 4).

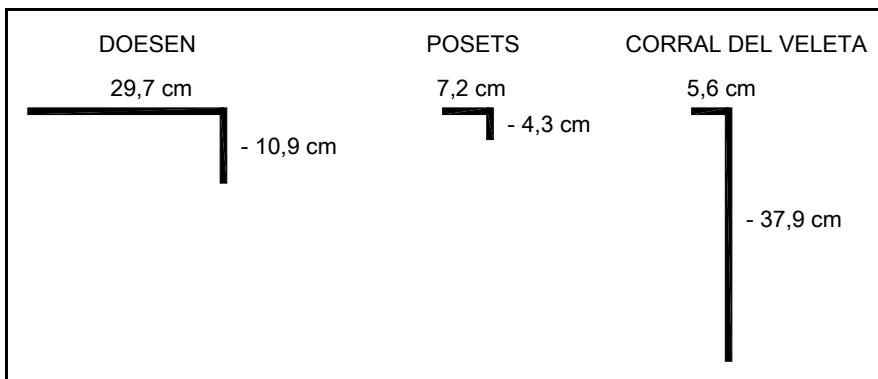


Figura 4. Comparativa planimétrica y altimétrica (hundimiento), para el periodo 2007-2008 de los desplazamiento medios de las zonas centrales de los glaciares rocosos de Doesen, Posets y Corral del Veleta.

En el Corral del Veleta se está comprobando el papel tan decisivo que está teniendo el actual clima en la dinámica del glaciar rocoso. Se puede afirmar que todo el cuerpo rocoso está inmerso en una etapa de creciente decrepitud. El menguado avance del frente lo denuncia. La información de los registros térmicos de los veranos desde el 2001 hasta el 2007 también viene a confirmar los hechos (Tabla 4). La muestra de ello se refleja, por ejemplo, en los años 2003-2004 y 2004-2005. Durante el verano del 2004 las capas internas del glaciar rocoso, hasta los -90cm, permanecieron con seguridad sólo 25 días con temperaturas positivas. Ese mismo año el desplazamiento planimétrico del frente del glaciar rocoso fue de 3.7cm y su desplazamiento altimétrico (hundimiento) de -11.0cm. Al año siguiente, durante el mismo periodo los días con temperatura positiva fueron 105; el frente del glaciar rocoso se desplazó 24.9cm y se hundió -63.9cm (Gómez Ortiz *et al.*, 2008). La causa de este desigual comportamiento fue la duración del manto nival durante el verano en el suelo: en 2004, sólo el mes de agosto permaneció libre el glaciar rocoso, mientras que en 2005 éste ya aparecía libre desde el mes de mayo.

Conclusiones

El estudio comparado de los tres glaciares rocosos ha permitido caracterizar sus dinámicas y realizar una primera aproximación al conocimiento de su comportamiento y respuestas ante modificaciones del clima. Los glaciares rocosos presentan una tendencia común: su dinámica más activa coincide con los veranos cuando las temperaturas son más cálidas y existe merma de manto nival, lo que facilita la propagación de la onda térmica en el suelo, tal como se ha demostrado instrumentalmente en Sierra Nevada.

Las características intrínsecas de cada glaciar rocoso y su emplazamiento ambiental (latitud, envergadura del macizo, altitud, morfotopografía, clima actual,...) deben suponer factores que conducen la dinámica del glaciar rocoso, a juzgar por los valores de desplazamiento obtenidos (planimétrico y altimétrico). Éstos resultan máximos en el Corral del Veleta ($37^{\circ} 03' 33''$ N), que es una montaña deglaciarada y de características áridas, mientras que son menores en Doesen ($46^{\circ} 59' 12''$ N), que es un macizo de caracteres climáticos de montaña de latitudes medias y donde perduran glaciares cuaternarios. El caso de Posets ($42^{\circ} 39' 32''$ N), con vestigios de pequeños glaciares, a la vista de los resultados, parece tener un comportamiento intermedio, aunque más cercano a los Alpes que a Sierra Nevada.

Las diferentes respuestas dinámicas de los glaciares rocosos estudiados permiten aseverar la sensibilidad de estos cuerpos deposicionales a los cambios ambientales y su interés como geoindicadores de cambio ambiental en alta montaña. En este sentido, este estudio comparado muestra una tendencia general que es necesario ajustar con más información térmica de los glaciares rocosos (en particular Posets y Doesen), contrastada con las tendencias de las estaciones más próximas y así obtener información más detallada sobre las variaciones climáticas de cada ambiente y conocer con más detalle la magnitud de las respuestas geomorfológicas.

En la dinámica de pérdida de espesor, destaca el del Corral del Veleta, asociado a la pérdida de masa. Los glaciares de Doesen y Posets tienen un comportamiento muy similar, si bien el de Posets muestra un menor dinamismo. Dada su herencia y desequilibrio con el medio (ausencia de alimentación, cuerpo de hielo relicto) puede interpretarse como que Doesen está en equilibrio con las condiciones ambientales, siendo plenamente activo.

Por último, se observa una clara diferencia entre los tres glaciares rocosos. Mientras que en Doesen domina el desplazamiento planimétrico, con un adelgazamiento moderado, en Posets el desplazamiento planimetría-altimetría es similar, y en el Corral del Veleta el mayor movimiento es de adelgazamiento, frente a la dinámica planimétrica. Estos comportamientos dinámicos definen las condiciones de cada glaciar, uno alpino, caracterizado por el desplazamiento de su masa sin pérdida por fusión; otro pirenaico, en un ambiente marginal, heredado y en desarmonía con las condiciones ambientales, donde la pérdida de masa por fusión domina sobre el desplazamiento horizontal, generado por complejos procesos de flujo y fusión. Finalmente, en el Corral del Veleta, los condicionantes topoclimáticos, su fuerte pendiente y su emplazamiento en el límite de las condiciones frías, implica un dominio rápido adelgazamiento por pérdida de masa, con flujo también altimétrico derivado de la fuerte pendiente de su emplazamiento.

Agradecimientos

Estas investigaciones están financiadas por el Ministerio de Ciencia y Tecnología de España, con el proyecto CGL2007-65295. Y por el Ministerio de Medio Ambiente, con el proyecto 018-2007.

Bibliografía

- Arenson, L. U.; Hoelzle, M., Springman, S. (2002). "Borehole deformation measurements and internal structure of some rock glaciers in Switzerland", en *Permafrost and Periglacial Processes*, 13:117-135.
- Barsch, D. (1978). "Active rock glaciers as indicators for discontinuous alpine permafrost. An example from the Swiss Alps", en *Proceedings of Third International Conference on Permafrost*, 1:349-352.
- Barsch, D. (1996). "Rockglaciers. Indicators for the Present and Former Geocology in High Mountain Environments", en *Springer-Verlag*, Heidelberg, Germany, pp. 331.
- Corte, A. E. (1987). "Rock glacier taxonomy", en *Rock glaciers*, Giardino, J. R., Shroder, J. F. Jr. and Vitek, J. D. (eds.), Allen and Unwin, Boston, pp. 27-39.
- Francou, B. (1993). "Hautes Montagnes. Passions d'Explorations", en *Masson*, Paris.
- Frauenfelder, R.; Kääb, A. (2000). "Towards a palaeoclimatic model of rock glacier formation in the Swiss Alps", en *Annals of Glaciology*, 31:281-286.
- García Ruiz, J. M., Bordonau, J., Martínez de Pisón, E., Vilaplana, J. M. (1992). "Mapa geomorfológico. Benasque (Huesca). Escala 1:50,000", en *Geoforma Ediciones*, Logroño, pp. 39.
- Giardino, J. R.; Shroder, J. F., Vitek, J. D. (1987). "Rock Glaciers", en *Allen and Unwin, Inc.* Boston, pp. 335.
- Gómez Ortiz, A.; Palacios, D., Ramos, M., Schulte, L. y Salvador, F. (2001). "Location of Permafrost in Marginal Regions: Corral del Veleta, Sierra Nevada, Spain", en *Permafrost Periglacial Processes*, 12:93-110.
- Gómez Ortiz, A. (2002). "Geomorphological Map of Sierra Nevada: Glacial and periglacial Geomorphology", en Junta de Andalucía, Granada.
- Gómez Ortiz, A.; Palacios, D., Luengo, E., Tanarro, L. M., Schulte, L. y Ramos, M. (2003). "Talus instability in a recent deglaciation area and its relationship to buried ice and snow cover evolution (Picacho del Veleta, Sierra Nevada, Spain)", en *Geografiska Annaler*, 85A:165-182.
- Gómez Ortiz, A.; Salvador, F., Sanjosé, J. J., Palacios, D., Schulte, L., Atkinson, A. (2008). "Evolución morfodinámica de un enclave montañoso recién deglaciado: el caso del Corral del Veleta (Sierra Nevada). ¿Consecuencia del Cambio Climático?", en *Scripta Nova, Geocrítica*, vol. XII, 270 pp.
- Haeberli, W. (1985). "Creep of mountain permafrost: internal structure and flow of Alpine rock glaciers", en *Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glazialogie*, 77, pp. 142.
- Haeberli, W.; Hallet, B., Arenson, L., Elconin, R., Humlum, O., Kääb, A., Kaufmann, V., Ladanyi, B., Matsuoka, N., Springman, S., Vonder Mühl, D. (2006).

- “Permafrost creep and rock glacier dynamics”, en *Permafrost and Periglacial Processes*, 17:189-214.
- Hamilton, L. (1988). “The development, age and present status of a rock glacier in the Posets Massif, Spanish Pyrenees”, en *Pirineos*, 131:43-56.
- Harris, C.; Murton, J. B. (2005). “Interactions between glaciers and permafrost: an introduction” en *Cryospheric Systems: Glaciers and Permafrost*, Harris, C., Murton, J. B. (eds), Geological Society, London, 242:1-9.
- Ikeda, A.; Matsuoka, N. (2006). “Pebbly versus bouldery rock glaciers: Morphology, structure and processes”, en *Geomorphology*, 73:279-296.
- Kääb, A.; Haeberli, W., Gudmundsson, G. H. (1997). “Analysing the creep of mountain permafrost using high precision aerial photogrammetry: 25 years of monitoring Gruben rock glacier. Swiss Alps”, en *Permafrost and Periglacial Processes*, 8:409-426.
- Kääb, A.; Frauenfelder, R. (2001). “Temporal variations of mountain permafrost creep”, en First European Permafrost Conference IPA, Roma.
- Kääb, A.; Isaksen, K., Eiken, T., Farbrot, H. (2002). “Geometry and dynamics of two lobe-shaped rock glaciers in the permafrost of Svalbard”, en *Norwegian Journal of Geography*, 56:152-160.
- Kääb, A.; Weber, M. (2004). “Development of transverse ridges on rock glaciers: field measurements and laboratory experiments”, en *Permafrost and Periglacial Processes*, 15(4):379-391.
- Kaufmann, V.; Ladstädter, R., Kienast, G. (2006). “10 years of monitoring of the Doesen rock glacier (Ankogel Group, Austria)- a review of the research activities for the times period 1995-2005”, en Proceedings of the 5th ICA Mountain Cartography Workshop, Bohinj, Slovenia, pp. 129-144.
- Kienast, G.; Kaufmann, V. (2004). “Geodetic measurements on glaciers and rock glaciers in the Hohe Tauern National Park (Austria)”, en Proceedings of the 4th ICA Mountain Cartography Workshop, Vall de Nuria, Spain, pp. 101-108.
- Kirkbride, M.; Brazier, V. (1995). “On the sensitivity of Holocene talus-derived rock glaciers to climate change in the Ben Ohau Range, New Zealand”, en *Journal of Quaternary Science*, 10:353-365.
- Lieb, G. K. (1996). “Permafrost und Blockgletscher in den östlichen österreichischen Alpen. Beiträge zur Permafrostforschung in Österreich”, en Arbeiten aus dem Institut für Geographie der Karl-Franzens-Universität Graz, 33:9-125.
- . (1998). “High-mountain permafrost in the Austrian Alps”, en Proceedings of the 7th International Conference on Permafrost, Yellowknife, Canada, pp. 663-668.
- Lugon, R.; Delaloyé, R., Serrano, E., Reynard, E., Lambiel, C., González Trueba, J. J. (2004). “Permafrost and Little Ice Age relationships, Posets massif, Central Pyrenees, Spain”, en *Permafrost and Periglacial Processes*, 15:207-220.

- Olyphant, G. A. (1987). "Rock glacier response to abrupt changes in talus production", en Rock glaciers, Giardino, J. R., Schroder, J. F. and Vitek, J. D. (eds), Allen and Unwin, Boston, pp. 55-64.
- Sanjosé, J. J.; Atkinson, A. D. J., Salvador, F., Gómez Ortiz, A., Serrano, E. (2004). "Geomatics techniques applied to the cartography of rock glaciers. Case studies of the Argualas and Corral del Veleta", en Proceedings of the 4th ICA Mountain Cartography Workshop, Vall de Núria, Spain.
- Sanjosé, J. J., Atkinson, A. D. J., Salvador, F., Gómez Ortiz, A. (2007). "Application of geomatics techniques in monitoring of the dynamic and mapping of the Veleta rock glacier (Sierra Nevada, Spain)", en *Zeitschrift für Geomorphologie*, 51(2):79-89.
- Serrano, E.; Agudo, C. (1998). "Los glaciares rocosos de los Pirineos. Implicaciones ambientales", en Gómez Ortiz, A., Salvador, F., Shulte, L., García, A. (eds.), *Procesos biofísicos actuales en medios fríos. Estudios recientes*, Universidad de Barcelona, pp. 133-154.
- Serrano, E.; Agudo, C., Martínez de Pisón, E. (1999). "Rock glaciers in the Pyrenees", en *Permafrost and Perglacial Processes*, 10:101-106.
- Serrano, E.; Agudo, C., Delaloyé, R., González Trueba, J. J. (2001). "Permafrost distribution in the Posets massif, Central Pyrenees", en *Norwegian Journal of Geography*, 55:245-252.
- Serrano, E.; Agudo, C. (2004). "Glaciares rocosos y deglaciaciación en la alta montaña de los Pirineos aragoneses (España)", en *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 99:159-172.
- Serrano, E.; Sanjosé, J. J., Agudo, C. (2006). "Rock glacier dynamics in a marginal periglacial high mountain environment: flow, movement (1991-2000) and structure of the Argualas rock glacier, the Pyrenees", en *Geomorphology*, 74:285-296.
- Serrano, E.; Sanjosé, J. J., González-Trueba, J. J. (2010). "Complex dynamic of Posets rock glacier (Pyrenees). Movement (2001-2008), structure and surface deformations", en *Earth Surface Processes and Landforms*, in press.
- Tanarro, L. M.; Hoelze, M., García, A., Ramos, M., Gruber, S., Gómez Ortiz, A., Piquer, M. Palacios, D. (2001). "Permafrost distribution modelling in the mountains of the Mediterranean: Corral del Veleta, Sierra Nevada, Spain", en *Norsk Geografisk Tidsskrift*, 55:253-260.
- Wahrhaftig, C.; Cox, A. (1959). "Rock glaciers in the Alaska Front Range", en *Geological Society American Bulletin*, 70:383-436.
- Whalley, W. B.; Martin, H.E. (1992). "Rock glaciers: II models and mechanisms", en *Progress in Physical Geography*, 16:127-186.
- Whalley, W. B.; Azzizi, F. (1995). "Finite element analysis of the creep of debris containing thin ice bodies", en Proceedings of the 5th International Offshore and Polar Engineering Conference (ISOPE 95), Vol. II, The Hague, pp. 336-341.

SIT, aplicaciones y beneficios en los Gobiernos Locales

Luis Andrés Valenzuela Olivares*

Abstract

Local governments whether they be municipalities or counties contain information generated by their own departments, as well, the information and they enter through agreements (which are the backbone for our country or regional level), private companies, and their community. These data have been stored in warehouses, or have the idea who are in a professional office, are lost when it is not available and disappear from the final analysis to be delivered. It is clear that both information alphanumeric and spatial in addition to not being available is scattered and not included in a systemic way in order to deliver better results and thus the authorities take better decisions.

The Local Government focusing a systems approach that encompasses the territory and who incorporates your organization a unit that is receiving much information as advisor to the authority will solve the problems affecting the region and generate a more competitive municipality to If you seek community resources.

The SIT Land Information System, is the drive that will take this responsibility within the municipality, managing, producing, distributing, training, information analysis and planning of the territory. As this territory where they occur succession of events and movements that can be geo-referenced and linked to a graphic entity which through processes called Geoprocessing give us the results for each of our research and studies as who we require. The different applications that be give small division within this administrative policy (commune) help to give benefits to both the community and to its environment; examples are those that have been generated in the municipality of Las Condes that are made known in use within the municipality as well as the contribution to the development of their commune.

Key words: *Urban planning, Land management, Local Development.*

* correos electrónicos: lvalenzuelaolivares@gmail.com, sit@lascondes.cl

Resumen

Los Gobiernos Locales llámense ayuntamientos o municipios, contienen información que generan sus propios departamentos, como también, la información que ingresa e ellos a través de convenios (que se tienen con el eje central o regional para nuestro país), empresas privadas, y por su propia comunidad. Estos datos que han permanecido guardados en bodegas, o se tiene la idea que se encuentran en la oficina de algún profesional, quedan perdidos al momento de no estar disponible y desaparecen del análisis final que se debía entregar. Está claro que, esta información tanto alfanumérica como espacial, además de no estar disponible, se encuentra dispersa y no se incluye de forma sistemática para poder entregar un mejor resultado y con ello que las autoridades tomen mejores decisiones.

El Gobierno Local, al centrarse en un *enfoque sistemático* que englobe el territorio y que además incorpore a su Organización una Unidad, que sea tanto receptora de información como asesora de la autoridad edil, solucionará los problemas que afectan el territorio y generará un municipio más competitivo a la hora de solicitar recursos de su comuna.

El Sistema de Información Territorial SIT, es la unidad que tomará esta responsabilidad dentro del municipio, manejando, generando, distribuyendo, capacitando, analizando y planificando la información del territorio. Siendo este territorio, donde suceden los acontecimientos y movimientos que pueden ser georeferenciados y asociados a una entidad gráfica la que a través de procesos llamados geoprocесamientos nos darán los resultados a cada una de nuestras investigaciones o estudios que estamos requiriendo. Las diferentes aplicaciones que se den dentro de esta pequeña división política administrativa (comuna) contribuyen a dar beneficios tanto a su comunidad como a su entorno, ejemplos de ellos son los que se han generado en la comuna de Las Condes y que se dan a conocer en su utilidad dentro del municipio, como también el aporte al desarrollo de su comuna.

Palabras clave: *Planificación urbana, Gestión territorial, Desarrollo local.*

Gobierno Local

En nuestro país se reconoce al Gobierno Local como la entidad más pequeña dentro de la división política administrativa del estado chileno llamada comuna.

La comuna es la zona geográfica que administra de forma descentralizada la municipalidad, este organismo público tiene deberes en la comuna los cuales son: entregar bienestar, tranquilidad y seguridad a su comunidad. Esta funciones que obedecen a la entrega de bienes y servicios públicos, la mayoría de las veces se ve estancada y las respuestas hacia sus habitantes son lentas y tardías, esto se debe a que la mayoría de la información que tiene el gobierno local se encuentra dispersa y

no se cuenta con las herramientas y profesionales necesarios para suplir estas falencias, un ejemplo común de lo que pasa al interior de una municipalidad es la necesidad de entregar un reporte o informe a la autoridad y no se puede realizar o se hace a medias ya que el funcionario que tenía parte de la información no se encontraba o había perdido los datos.

En las últimas décadas, los Gobiernos Locales han tratado de suplir estos inconvenientes realizando para ello, oficinas sectoriales, de la misma manera que el Gobierno Central les solicita los datos para la postulación a los recursos FNDR (Fondo Nacional de Desarrollo Regional). Aunque de esta forma se le quita a unos las responsabilidades de otros sectores y se maneja sólo una variable, es preciso contar con la totalidad de los elementos que componen un estudio, esto quiere decir, que el Gobierno Local debe sistematizar en su territorio el mayor número de variables involucradas, incluso haciendo partícipe a la ciudadanía de las decisiones que se deben tomar, eso aportará mejores decisiones y más transparencias a las gestiones que se realicen.

Territorio

“Territorio, espacio sobre el que se asienta la comunidad nacional. Sobre el territorio, sin embargo, existen dos visiones no siempre coincidentes. La primera, variable a lo largo de la historia, es de índole política; la segunda responde a concepciones jurídicas que se derivan del Derecho internacional y del Derecho de Estado” (Microsoft Encarta, 2009).

Para el Sistema de Información Territorial la base de la definición de territorio, es el enfoque sistémico:

- El concepto de territorio abarca mucho más que la noción de un espacio geográficamente delimitado y homogéneo.
- Incorpora la noción de tejidos sociales con complejas interacciones entre los actores sociales unidos no solamente por el hecho de compartir el mismo lugar de residencia sino, también, por una base cultural común.
- Estrategias socialmente construidas.
- A partir de recursos locales.
- Historia productiva condiciona procesos de crecimiento.

Los territorios no son homogéneos:

- Geografía diferente
- Cultura diferente
- Infraestructura diferente

- Recurso Humano diferente
- Inversión pública y privada diferente
- Clima, calidad de la tierra, disponibilidad de recurso hídrico, accesibilidad, etc.

Sistema de Información Territorial

El Sistema de Información Territorial (SIT), es la Unidad dentro de un Gobierno Local, que entrega la asesoría y gestión del territorio, reflejando mejores respuestas para la sociedad, lo que se traduce en un desarrollo sustentable para su comunidad. Esto quiere decir, que el SIT entrega servicio a la sociedad-territorio dando los modelos y herramientas para la toma decisiones, haciendo partícipe a todos los actores del territorio, utilizando para ello el enfoque sistémico, que “trata de comprender el funcionamiento de la sociedad desde una perspectiva holística e integradora, en donde lo importante son las relaciones entre los componentes” (Martínez Coll, 2001) y además la sinergia entre ellos. En la comuna de Las Condes, el SIT existe con la finalidad de armonizar un desarrollo sustentable y lograr un ordenamiento territorial y para ello se basa en tres principios que condicionan su existir: Integración, Análisis y Gestión del territorio, los que se apoyan tanto en la participación de cada uno de los departamentos del municipio como de las necesidades de su comunidad.

Las primeras funciones que debió asumir el SIT fueron:

- Entidad fiscalizadora de la información cartográfica que entregaba el Instituto Geográfico Militar (IGM).
- Generar el proyecto Servidor de Mapas en la Web.
- Generar la cartografía necesaria que contiene el Plan Regulador.
- Integrar y coordinar al municipio en la utilización de la información espacial.

Finalizadas estas primeras funciones, surgieron interrogantes por parte del equipo de trabajo, referente tanto a los siguientes pasos que debía cumplir el SIT, como a la información que manejaría dentro de su unidad, ejemplo de ellas son:

- La información espacial contenida en el Plan Regulador, ¿debería ser actualizada constantemente?
- La información alfanumérica contenida en este mismo proyecto, ¿debería ser actualizada constantemente?
- Los usuarios, tanto funcionarios municipales como la comunidad, ¿deben que ser actores relevantes en la generación de datos, tanto espaciales como alfanuméricos?
- ¿Cuál es el siguiente paso y de qué manera se podría obtener un producto de calidad?

Para responder estas preguntas, planteó la idea de tener una nueva organización dentro de la orgánica municipal (especialmente dentro de departamentos que deben cumplir con estas funciones como son Secplan y Operaciones), que se preocupara de dar el apoyo no tan sólo a la toma de decisiones que realizan las autoridades, sino también el continuo aprendizaje a los diferentes departamentos que componen el municipio, esto proporcionaría a la Unidad SIT recursos y funciones legales.

Paralelamente se siguió actualizando *el mapa de la comuna* tanto en información espacial como alfanumérica, datos necesarios para utilización de consultas. En la parte gráfica, se llevó a cabo el informe “Términos de referencia y normas generales para la entrega de información digital” (véase sitio Web www.lascondes.cl) que entrega las pautas para la actualización cartográfica, sin la necesidad de volver a contratar los servicios de Restitución o Topográficos, sino más bien dar esa responsabilidad a la comunidad por medio de la entrega de planos digitales que se integren a las bases cartográficas corporativas del SIT, este método se sintetiza en el mapa estratégico representado en la Figura 1.

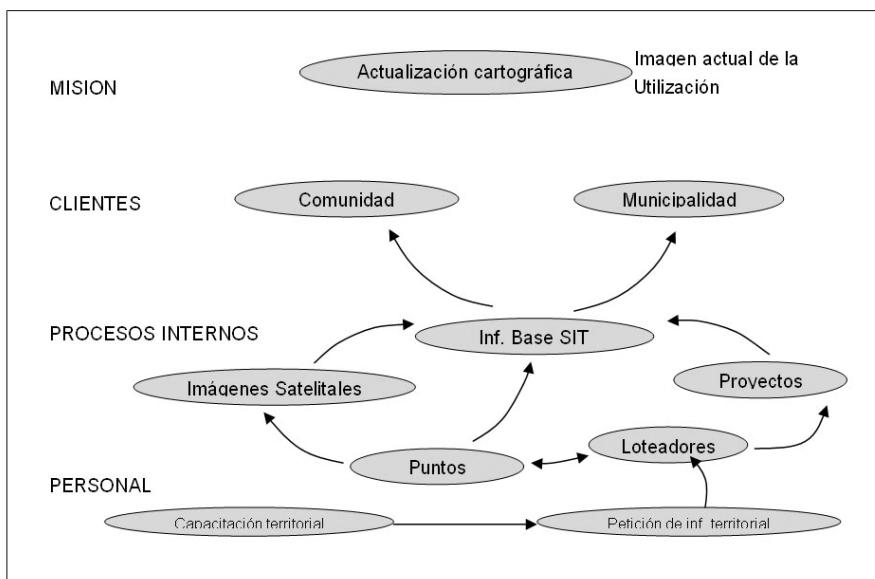


Figura 1. Mapa estratégico de la actualización cartográfica.

Este mapa estratégico describe los pasos que deberá realizar el municipio para la entrega de información digital, comenzando con el personal municipal, siendo éste el que solicita la información para ser anexada al expediente de la obra, para ello el SIT realizará la capacitación al personal en las herramientas SIG y GPS, dan-

do a conocer los procesos para la adquisición y actualización de la base cartográfica. En los procesos internos, el municipio cuenta con puntos de control GPS los cuales están a disposición en la Web, tanto su ubicación como monografía detallada, siendo estos puntos GPS los que deberá el loteador o contribuyente tomar como base para transportar su proyecto o modificación. El SIT por su parte revisará que la información obtenida esté acorde a la realidad comunal representada por medio de la adquisición de imágenes satelitales anuales, de esta manera la base cartográfica se mantendrá actualizada, entregando a nuestros clientes: el municipio y la comunidad la realidad de la comuna, siendo base para todo estudio el contar con datos actualizados (Figura 2).

Para cumplir con las interrogantes antes mencionadas, el municipio de Las Condes ha proporcionado la adquisición de software y hardware de última generación, los que constituyen un gran avance para resolver las problemáticas de la información espacial, incluyéndose en ello la obtención de puntos de control GPS (60 puntos monumentados distribuidos por el territorio comunal), productos que ofrecen una mayor calidad y que además, demuestran la ventaja de la cartografía.

La integración, aunque ha sido a paso lento, ha dado sus frutos gracias a los diferentes acuerdos y convenios que se han generado con instituciones públicas como privadas, y la difusión del SIT tanto al exterior (SNIT, revistas, Web, seminarios y congresos) como al interior del municipio (aplicaciones y beneficios), y que reflejan la constante mejora continua que busca esta unidad.

Por último, se puede mencionar que el SIT desea proponer al municipio y a la comunidad, el trabajo en conjunto a través de una comisión territorial integrada por los actores involucrados como son los jefes de departamentos y direcciones, el Concejo Comunal y el Alcalde, y las organizaciones comunitarias, entre otras, con el fin de crear “Territorios de Participación Ciudadana”. Lo anterior se logra sólo si los Comités se crean con los ciudadanos que se reconocen a través de intereses, cultura, y problemáticas comunes, entre otras. Esta nueva forma de intervenir el territorio y resolver sus problemáticas supone el desafío de educar y entregar una completa información que sirva de base para el empoderamiento positivo de la ciudadanía, siendo ella la que tome las decisiones referidas al ordenamiento territorial.

Aplicaciones y beneficios

Obtenida una unidad a cargo del territorio, como es el SIT, se pueden generar diferentes aplicaciones que van en directo beneficio, no tanto sólo del personal del gobierno local sino más bien, de la comunidad que está inmersa y debe ser partícipe del desarrollo de su comuna. Como ejemplo de ello, podemos mencionar diferentes aplicaciones que están en uso y/o desarrollo en el municipio de Las Condes a cargo del Sistema de Información Territorial.



Figura 2. Geoprocessos para la actualización cartográfica.

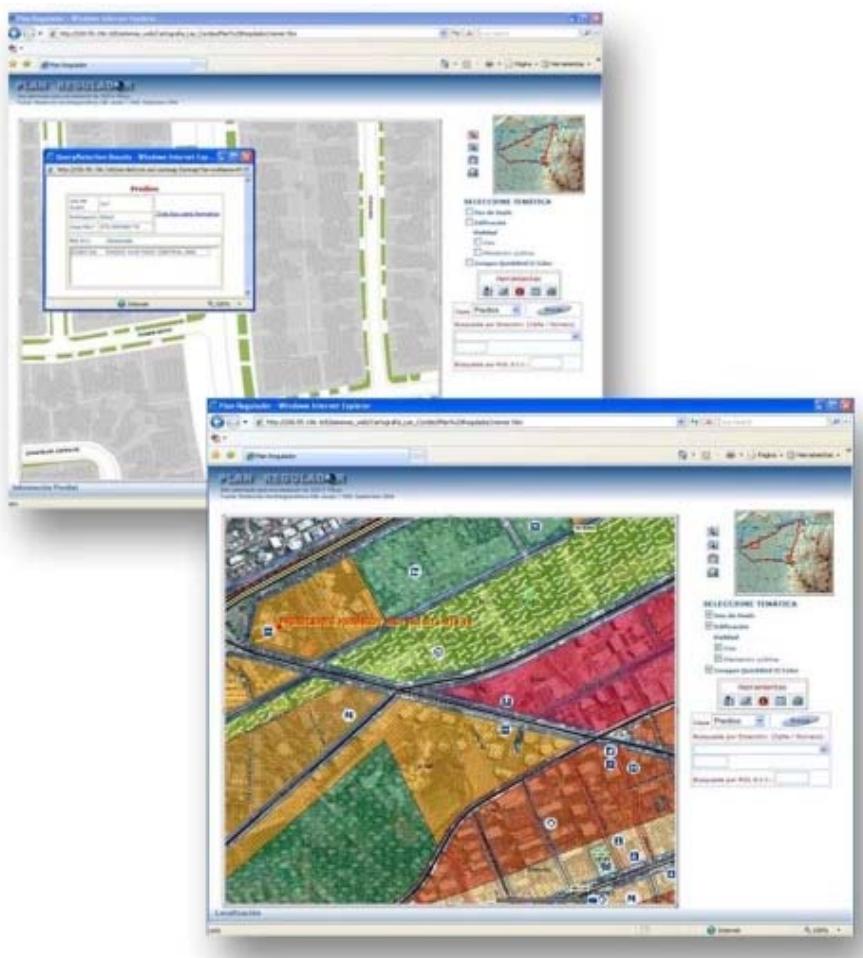


Figura 3. Página web del Plan Regulador.

Plan Regulador, Ordenamiento Territorial

El Plan Regulador de una comuna es “un instrumento constituido por un conjunto de normas sobre adecuadas condiciones de higiene y seguridad en los edificios y espacios urbanos, y de comodidad en la relación funcional entre las zonas habitacionales, de trabajo, equipamiento y esparcimiento. Sus disposiciones se refieren al uso del suelo o zonificación, localización del equipamiento comunitario, estacionamiento, jerarquización de la estructura vial, fijación de límites urbanos, densidades y determinación de prioridades en la urbanización de terrenos para la expansión de la ciudad, en función de la factibilidad de ampliar o dotar de redes sanitarias y

energéticas y demás aspectos urbanísticos” (extracto Artículo 41º Ordenanza de Urbanismo y Construcción). Dentro del Sistema de Información Territorial, el Plan Regulador ha sido el acercamiento del territorio, primero por concentrar la información urbana de la comuna y segundo por entregar a la comunidad la transparencia de su entorno al encontrarse sus datos al alcance de todos sus usuarios.

El proyecto Plan Regulador se basa en incorporar al sitio de transacciones de la municipalidad un servidor de mapas que da las respuestas a los contribuyentes sobre las condiciones y limitantes que tiene la propiedad a ser consultada, datos que sólo esta herramienta de ordenamiento territorial puede entregar.

Los beneficios que ha dado desde su incorporación al portal municipal son: disminución de las consultas en la dirección de obras, conocimiento del entorno a la comunidad (gestión y planificación), empoderamiento de la comunidad en la toma de decisiones respecto a los usos que se deben dar al ordenamiento, ubicación del equipamiento comunal, fiscalización e inspección de las obras en proceso y ejecutadas y por último, acceso actualizado a la cartografía comunal (Figura 3).

Social

Organizaciones comunitarias: el proyecto social de organizaciones comunitarias se basa en la plataforma web municipal a través del software ArcIMS que contiene los datos asociados a juntas de vecinos, colegios municipales, servicios de salud municipal, bibliotecas, centros comunitarios y círculos de adulto mayor. Cada uno de estos elementos contienen información que está relacionada con los datos alfanuméricos corporativos del municipio, esto quiere decir que la información contenida por ejemplo, en una junta de vecinos, nos mostrará además de su directiva, ubicación, teléfonos de contactos, entre otros, información que cuentan otros sistemas de la plataforma web que no son propios del SIT, pero como poseen esta vinculación a los elementos que están georeferenciados, nos visualiza sistemas de talleres que se están ejecutando en la sede vecinal y por ende nos da la posibilidad de acceder o inscribirse a ellos.

Población y vivienda: el Centro de Datos e Investigación solicitó la integración al SIT el cual propuso un trabajo en conjunto para la generación de la cartografía censal a través de las manzanas, zonas y distritos censales, información base para estudios de población y vivienda representadas en el Censo 2002, así como también, el incorporar las Unidades Vecinales a la cartografía base del SIT para proyectos que incluyen bases de datos de la ex encuesta CAS (hoy ficha de protección social).

Al generar esta información espacial se construyó un nuevo portal Web el cual a la fecha está siendo modificado para su mejor visualización, siendo expuesto en forma nativa por el software ArcIMS (Figura 4).

Discapacidad: la discapacidad ha sido siempre una preocupación del municipio y es por eso que dentro de la Dirección de Social existe este departamento que está encargado de velar por el bienestar de sus vecinos que padecen alguna discapacidad. En este caso específico el SIT ha aportado con la ubicación dentro del territorio de cada vecino que tenga alguna discapacidad (Figura 5), además de realizar diferentes estudios y análisis de la información asociada a las encuestas propias del municipio, como a bases externas ya sea Ficha de Protección Social, Censo de Población y Vivienda, por nombrar algunas de ellas, obteniendo como resultados apoyo oportuno para sus vecinos.

Ahorro energético: desde que el país y en especial la ciudad de Santiago ha tenido problemas energéticos a causas de las sequías, el municipio ha querido sumarse a estas campañas de ahorro energético, primero cuidando el gasto de energía eléctrica tanto de edificios públicos como de luminarias pertenecientes al sector privado, y segundo entregar un beneficio a los vecinos que apoyen estas iniciativas, en ambos casos el SIT ha proporcionado la información espacial de los vecinos que ahorrar como de las luminarias que se han apagado, cada una de estas variables han sido reflejadas en mapas que contienen los diferentes estudios como por ejemplo identificar ¿Cuáles luminarias se deben apagar para no afectar la seguridad de los vecinos? o ¿qué sectores son los que tienen un menor gasto?, investigaciones que sin el enfoque territorial sería imposible identificar de forma precisa.

Eventos: el municipio siempre ha querido entregar recreación y esparcimiento a sus vecinos es por ello que durante cada año se proporcionan a la comunidad eventos tales como: conciertos, fuegos pirotécnicos de fin de año, carnavales, cine, teatro, entre otros, y para ello siempre se ha necesitado el apoyo de información territorial. El SIT en este caso proporciona la ubicación de cada evento, el despliegue del personal involucrado, las vías de evacuación y las rutas óptimas para acudir al evento o para salir y llegar a un centro de asistencia. Cada una de estas temáticas es entregada al personal a cargo a través de los diferentes mapas que se hayan requerido para el evento.

Los beneficios que ha aportado el SIT a la comunidad en lo que se refiere a la temática social se pueden observar en los aportes que han tenido los vecinos, por nombrar algunos, en la parte de discapacidad al tener georeferenciados o localizados tanto los talleres (junta de vecinos) que se imparten, como las personas, es fácil proporcionar el acercamiento e inclusión para su participación.

Respecto a los eventos que se realizan, el tener respuestas rápidas en situaciones extremas de emergencias hace la diferencia, por la buena planificación y prevención que nos brindan los mapas y por ello los estudios que muestran y realiza el SIT (Figura 6).

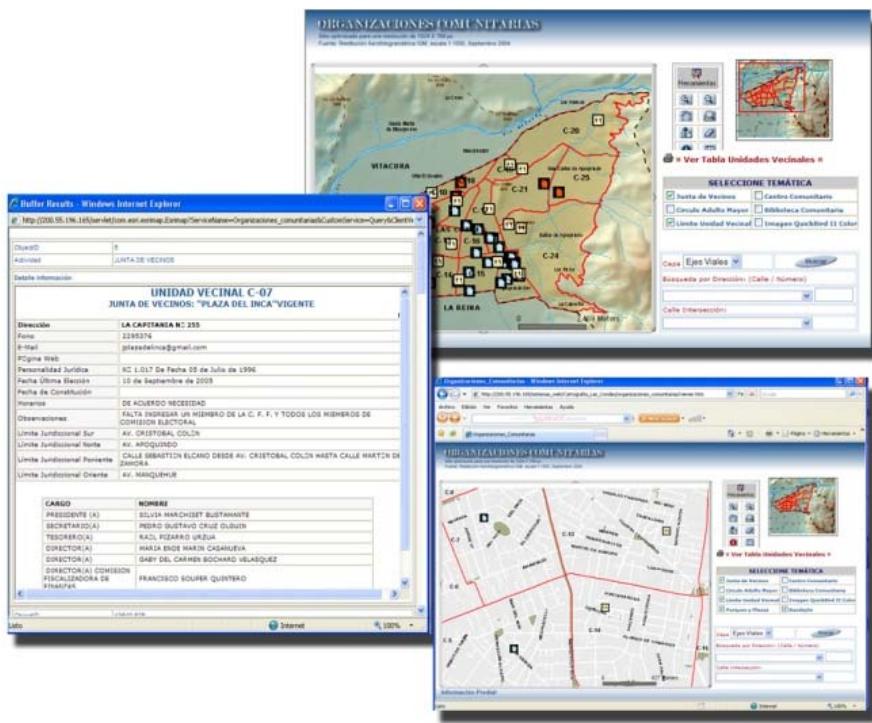


Figura 4. Página web organizaciones comunitarias.



Figura 5. Proyecto departamento de discapacidad.

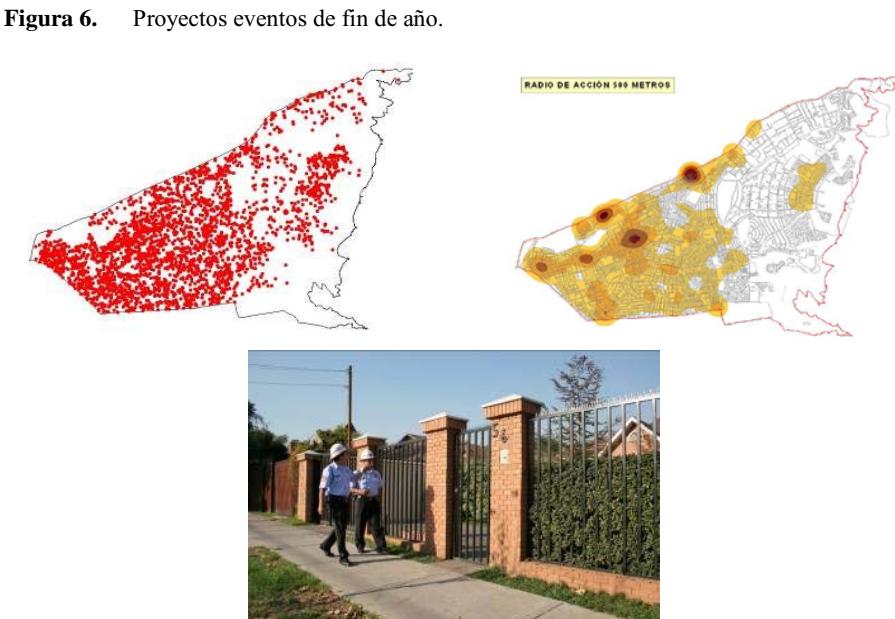
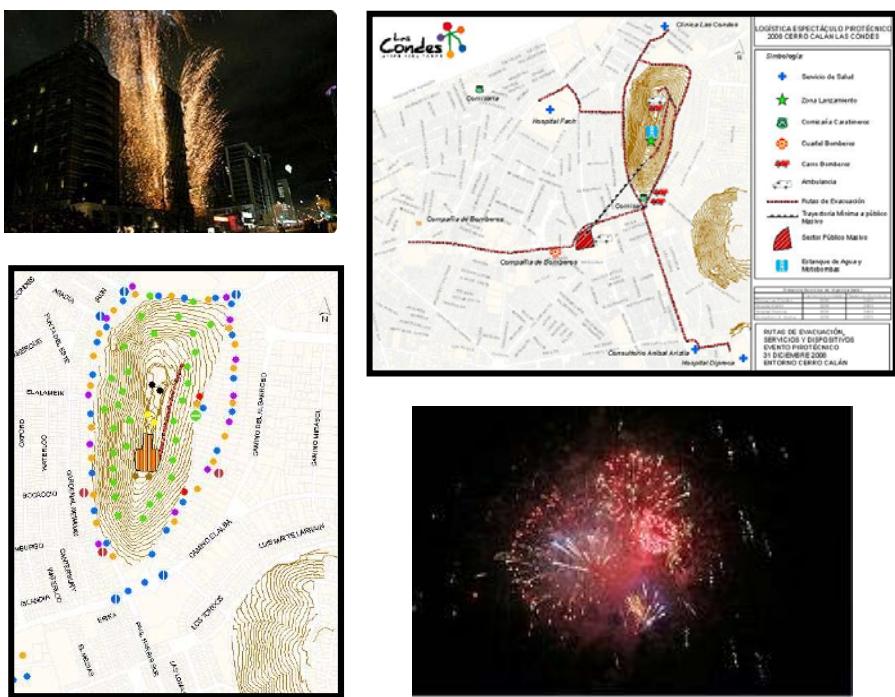




Figura 8. Sala de operaciones alarmas domiciliarias



Figura 9. Estudios y ejecución de las consultas ciudadanas.

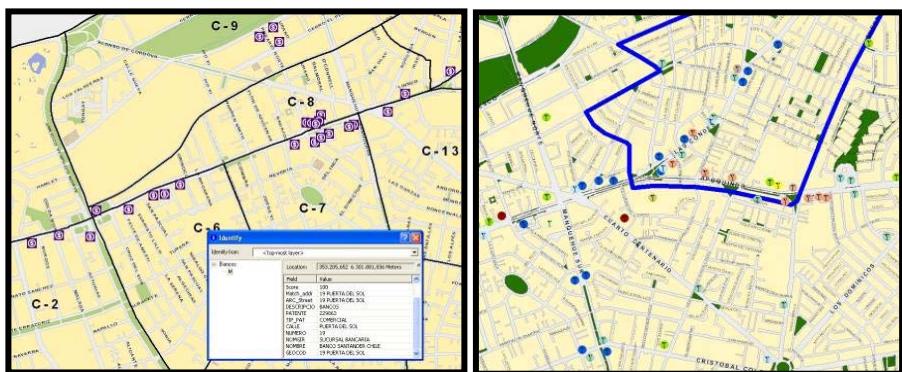


Figura 10. Sistemas de gestión de patentes comerciales.

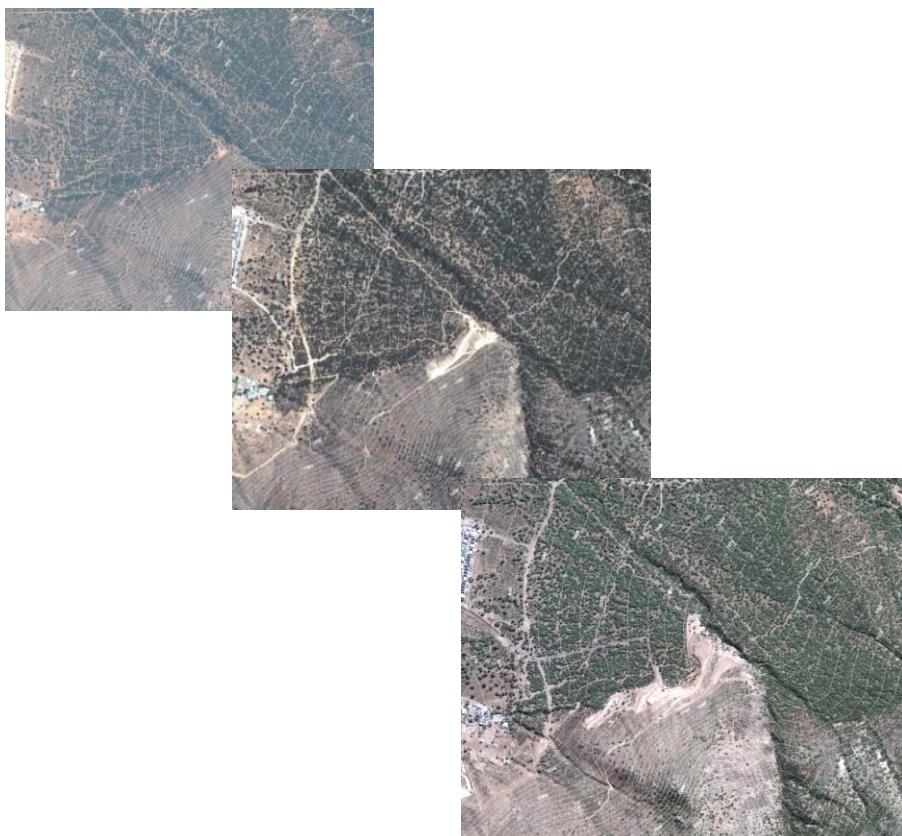


Figura 11. Diferentes años de adquisición de Imágenes Satelitales.

Seguridad ciudadana

Denuncias de robos: La información policial está considerada como una de las más importantes para el análisis criminal, es por ello que el SIT en conjunto con la Dirección de Seguridad Ciudadana elabora anual y semestralmente informes con estadísticas criminales, más la información contenida en las bases de datos de Carabineros de Chile, esto permite conocer el lugar en que se desenvuelven los criminales o delincuentes y que muchas veces las instituciones pierden la pista por no conocer el recorrido por el que habitualmente transitan, los escondites o refugios que tienen para escabullirse o quién pretende robar un automóvil o asaltar a un transeúnte, la concentración de los lugares más propicios para cometer un crimen, donde hay más afluencia de personas, todos estos ejemplos que son fácilmente ubicados a través de un mapa en el SIT, benefician en forma directa la valiosa labor de disminuir la delincuencia (Figura 7).

Alarmsas domiciliarias: este proyecto permite a través de un dispositivo PAT (Portable Alarm Transmitter) alertar de manera instantánea a la central de monitoreo de Seguridad Ciudadana. Este dispositivo transmite una señal radial que es visualizada en el mapa comunal de Las Condes y permite verificar el envío de la señal de emergencia. Beneficios que entrega tanto para los funcionarios de la municipalidad como para la comunidad es la rápida respuesta a siniestros que ocurra en la morada de algún vecino (Figura 8).

Consultas ciudadanas

Los proyectos de consultas ciudadanas están referidos al análisis espacial que representa a posibles votantes o delimitación de zonas de estudios, entre otras geoestadísticas que se necesiten para validar los análisis. Para llevar a cabo estas y otras encuestas y consultas que ayudan en la participación de las decisiones que se desean tomar, el SIT utiliza además de las ubicaciones espaciales dentro del mapa la información alfanumérica correspondiente a los datos del Servicio Electoral (SERVEL) con dichos datos, es posible obtener la localización de cada votante que vive en el territorio a encuestar y que cumple con su deber cívico de estar inscrito con la dirección de su domicilio particular, medida que ha sido cuestionada, pero que ha permitido filtrar de alguna manera los actores relevantes de cada proyecto y ser más transparente en cada votación (Figura 9).

Patentes comerciales

Dentro de las diferentes aplicaciones que se han incluido en el SIT, se encuentra el proyecto de Gestión de Patentes Comerciales en el mapa comunal, este proyecto apunta a identificar a través de la información contenida en las bases de datos cor-

porativas, las diferentes variables que puede tener una patente comercial, esto quiere decir que a través del mapa de la comuna se puede obtener en forma rápida la visualización de la patente a consultar, como por ejemplo las patentes de alcoholes, comerciales, de servicios y/o profesionales, y dentro de cada una de ellas realizar los análisis que se necesiten como patentes morosas, capitales, estado, entre otras, es decir utilizar la totalidad de la información contenida en el departamento de Patentes Comerciales pero ahora visualizándolas en el territorio, lo que permite gestionar sectores, inspeccionar las salidas a terreno, verificar la existencia de las patentes y cumplimientos de la ordenanza municipal y el Servicio de Impuestos Internos (SII), lo que permite hacer relaciones entre ambas bases y entregar al municipio cuales y donde se ubican los comercios sin patentes (Figura 10).

Los beneficios que aporta al municipio y la comunidad se ven reflejados en una mejor gestión de recursos que deben entrar en los impuestos municipales, ya que al tener este tipo de sistema en línea y georeferenciado en el territorio permite obtener un mejor desarrollo en la comuna, ejemplo de ello es visualizar las patentes de alcoholes con la información de ubicaciones de establecimientos educacionales, servicios públicos y de salud que deben encontrarse a una distancia mínima de 100 metros.

Con este sencillo ejemplo, se demuestra que es posible controlar la venta de alcohol en lugares cercanos a colegios ya que la ordenanza, inspección y las multas detendrán la instalación de estos locales comerciales si no cumplen la distancia mínima exigida para su establecimiento.

Imágenes satelitales

Dentro de los elementos que apoyan en la actualización de la cartografía comunal se encuentran las imágenes satelitales, estas imágenes se han adquirido para poder apreciar los cambios que ha sufrido el territorio comunal. El municipio cuenta con fotografías aéreas del año 2004 e imágenes satelitales de los años 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010 (Figura 11). De esta manera, al operar estas imágenes nos indican que lugares han cambiado, cuánto ha crecido la urbe, la evolución y ejecución de construcciones, en cuanto aplicaciones que se han dado en este año está la inspección ambiental por la utilización de terrenos sobre la cota 1000m y la eliminación de quebradas que pueden provocar graves desastres a los habitantes.

Redes de infraestructuras y servicios básicos

Déficit de alumbrados: Esta aplicación nos presenta el déficit que existía en la comuna referente a la luminaria que disponía de energía eléctrica a los paraderos del

transporte urbano, para ello se utilizó la ubicación de todos los paraderos tanto ministeriales (transantiago) como comunales y el área de influencia de cada poste de alumbrado público existente dentro de la zona contenida de cada paradero, con esta información y la unión de las diferentes capas espaciales que contienen el proyecto se logró identificar aquellos paraderos que tenían déficit lumínico y así poder invertir directamente en los elementos con problemas y no tener que estar a ciegas destinando los recursos para la implementación de estas medidas.

Los siguientes proyectos que se listan se encuentran en desarrollo y se espera poder a fin de este año mostrar ya algunos beneficios de ellos:

- *Alumbrado público:* en conjunto con la empresa privada Chilectra S.A. se está trabajando en obtener las redes de distribución de cada alumbrado público, esto quiere decir que cada luminaria depende de un medidor y él a una red. Los beneficios que entregará al municipio y a su comunidad se refieren a corte de luz que se den del alumbrado, se podrá saber a qué red de transporte de energía pertenece y de esa manera reponer de forma inmediata el suministro. También se podrá obtener a qué alumbrado se debe realizar mantenimiento, o sencillamente obtener zonas desprovistas de luminosidad, lo que permite a las autoridades a invertir recursos en esas zonas (Figura 12).



Figura 12. Ubicación de paraderos con déficit lumínico.

- *Grifos*: otro proyecto que se trabaja en conjunto con Aguas Andinas, una empresa privada de servicios básicos distribuidora de agua potable en nuestra comuna. El proyecto en proceso de desarrollo está dirigido a las emergencias que deben suplir los departamentos de Seguridad y Emergencias del municipio como Bomberos de Chile. Beneficios que se podrán obtener a corto plazo es mantener en óptimas condiciones estos elementos para cuidar su buen funcionamiento en los eventos de incendios u otra necesidad de agua. También, permitirá conocer que sectores están desprovistos de grifos, lo que vuelve a otorgar a la autoridad la responsabilidad de paliar estas deficiencias.
- *Ductos subterráneos y redes de aguas lluvias*: este proyecto considera localizar cada sumidero y colectores de aguas lluvias y ductos subterráneos que se encuentren en el territorio comunal para poder realizar el mantenimiento y conocer el estado de sus redes, permitiendo la incorporación de nuevas redes en el caso de los ductos y la capacidad de transporte de aguas lluvias en lo referente a los sumideros, el beneficio que entregará a sus vecinos es la eliminación de calles anegadas por las precipitaciones como la reducción de obras ejecutadas para incorporar redes subterráneas lo que se traduce en menores molestias de transeúntes por las vías de la comuna. El proceso que lleva dentro de la metodología este proyecto, considera la utilización de análisis espacial con estudios de pendiente topográfica y tipos de suelos.

Conclusión

Se puede decir, que al contar el municipio con un Sistema de Información Territorial, ha incorporado a su labor diaria una tecnología reconocida en el mundo como la herramienta más potente incorporada a la gestión y planificación no sólo del territorio, sino al análisis administrativo financiero de las instituciones, lo que les permite mejorar notoriamente sus ingresos en directo beneficio de la comunidad.

Bibliografía

- Decreto Ley 47 (1992). Modificación (2010), “Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones”, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, MINVU, Santiago, Chile, 375 p.
- Gallicchio, E., Winchester, L. (2003). “Territorio Local y Desarrollo”, SUR Corporación de Estudios Sociales y Educación, Chile / Centro Latinoamericano de Economía Humana (CLAEH), Ediciones SUR, Uruguay, 272 p.
- Martínez Coll, Juan Carlos (2001). “Las decisiones individuales”, en *La Economía de mercado, virtudes e inconvenientes*, <http://www.eumed.net/cursecon/1c/> decisiones-individuales, consultado en agosto de 2004.
- Microsoft Corporation (2009). “Enciclopedia Encarta”.

- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (1992). “SIS-CAT Sistema de Catastro Urbano”, Naciones Unidas, La Paz, Bolivia, 40 pp.
- Roberts, Margaret (1980). *Técnicas del Planeamiento Urbano*, Ediciones Tronquel, Buenos Aires, Argentina, 452 p.
- Spehs, Thomas (2004). “Diagnóstico de necesidades relacionadas con el Sistema de Información Territorial Coquimbo: Estructura Operativa Del Gore”, Más Región, La Serena, Chile, 78 p.
- Valenzuela Olivares, Luis A. (2002). “Propuesta de Trabajo: Implementación de un Sistema de Información Territorial Municipalidad de Cerro Navia”, Santiago, Chile, Municipalidad Cerro Navia, 15 p.
- _____, (2004). “Diagnóstico Unidad Sistema de Información Territorial Gobernación Provincial de Choapa”, Más Región Mideplan, La Serena, Chile, 18 p.

Páginas Web

<http://www.lascondes.cl>

<http://www.snit.cl>

<http://www.minvu.cl>

Una visión de la incorporación de aspectos de sostenibilidad en la planificación de ciudades costeras del Área Metropolitana de Concepción

Carolina Rojas^{*}
Edilia Jaque^{**}
Bernardo Suazo^{**}
Ricardo Utz^{**}

Abstract

A summary is provided of the results of the “Analysis of the Urban Sustainability of Coastal Centers in the VIII Region of the Bío Bío (Chile): Implementation of Geographic Information Systems” project which was financed by the Universidad de Concepción from 2006 through 2008. The project arose from the need to assess territorial sustainability in urban planning of coastal areas in Concepcion’s metropolitan area which is the region’s most important. Said coastal territories are located in environmentally vulnerable areas that are subject to significant urbanization pressure.

Key words: *Urban sustainability, Coastal cities, Urban planning, Metropolitan Concepción, Indicators.*

Resumen

Se presenta un resumen de los resultados del proyecto “Análisis de la Sostenibilidad Urbana de centros litorales de la VIII Región del Bío Bío (Chile). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica”, financiado por la Universidad de Concepción, desde el año 2006 hasta el año 2008. El proyecto surge de la necesidad de generar instrumentos que permitan valorar la sostenibilidad territorial en la planificación urbana de los espacios costeros del Área Metropolitana de Concepción,

* Profesor Asociado, Departamento de Geografía, Universidad de Concepción, Victoria s/n, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Geografía, Concepción (Bío bío) Chile, correo electrónico: crojasq@udec.cl

** Facultad de Arquitectura. Urbanismo y Geografía, Universidad de Concepción, Chile.

conglomerado urbano más importante de la región. Estos territorios costeros están situados en áreas ambientalmente vulnerables pero a su vez están fuertemente presionados por la urbanización.

Palabras clave: *Sostenibilidad urbana, ciudades costeras, planificación urbana, Área Metropolitana de Concepción, indicadores.*

Introducción

Se pretende mostrar un resumen valorativo de los resultados del proyecto “Análisis de la Sostenibilidad Urbana de centros litorales de la VIII Región del Bío Bío (Chile). Aplicación de los Sistemas de Información Geográfica”, financiado por la Universidad de Concepción, desde el año 2006 hasta el año 2008. El proyecto surge de la necesidad de generar instrumentos que permitan valorar desde la sostenibilidad en la planificación urbana de espacios costeros del Área Metropolitana de Concepción, los cuales están fuertemente presionados por la urbanización.

Temas como el crecimiento económico, el crecimiento urbano y de la población, más el cambio climático, han hecho poner más atención en la sostenibilidad o intento de medir el desarrollado sostenible (Ooi, 2005). Como se ha difundido el crecimiento urbano es uno de los principales contrubidores de la pérdida de sostenibilidad en las ciudades y además sus consecuencias están cambiando sus estructuras urbanas. Por tanto el principal objetivo del proyecto es medir el modelo de ciudad propuesto por la planificación por medio del diseño de una metodología basada en indicadores de sostenibilidad urbana.

La importancia de la planificación urbana radica en que tiene la oportunidad de crear estructuras espaciales que satisfagan las necesidades de los ciudadanos, como señala (Girardet, 2008) es trascendente conseguir ciudades que ofrezcan habitats seguros, lugares placenteros para el trabajo y la recreación; junto con ambientes libres de polución. También se ha señalados como un punto clave para la gestión urbana para avanzar hacia la sostenibilidad (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2008).

En Chile, la planificación urbana se define como como el proceso que se efectúa para orientar y regular el desarrollo de los centros urbanos en función de una política nacional, regional y comunal de desarrollo socio-económico (Gobierno de Chile, 2008), ésta ha cumplido un rol trascendente en el desarrollo de las comunas costeras de la Región del Bío Bío.

En este contexto se considera al borde costero del Área Metropolitana de Concepción como un espacio frágil, vulnerable a sus nuevos escenarios urbanos, así se escogen territorios representativos de una planificación urbana reciente. Las ciudades costeras de Coronel, Penco y Tomé, situadas en ecosistemas de planicies y con vocación portuaria e industrial, se convierten en interesantes casos de estudio, ya que han cambiado recientemente la regulación de su crecimiento urbano por medio de la ejecución de nuevos planes territoriales. Con los indicadores se intenta

conocer si el desarrollo de estos centros es efectivamente equilibrado o si conducen a una ciudad más eficiente ó territorialmente más sostenible.

Se pone atención en los planes reguladores comunales porque son los instrumentos que mayor incidencia tienen en el desarrollo de la ciudad, su mayor competencia es la regulación del uso del suelo, por tanto el desarrollo de este tipo de metodologías se hace útil y necesario para ir más allá de las normas referidas a la construcción y el desarrollo inmobiliario.

Los indicadores, se han destacado como uno de los mayores esfuerzos para evaluar los progresos en sostenibilidad. Al tener la vocación de medir impactos en este caso intentan explorar sobre las condiciones que hacen más sostenible los espacios urbanos. En este sentido la llamada Ciudad Sostenible se define como una “ciudad que permite a todos sus ciudadanos satisfacer sus necesidades y mejorar su bienestar, sin degradar el mundo natural o la vida de otras personas ahora y en el futuro”(Girardet, 2008). De esta última idea proviene la sostenibilidad urbana, entendida como el equilibrio entre los aspectos ambientales, económicos y sociales de la ciudad, sin degradar el entorno urbano y por ende proporcione una calidad de vida urbana (González y De Lázaro y Torres, 2005). En resumen se trata de permitir las condiciones adecuadas de habitabilidad en la ciudad y estas se consiguen mientras se satisfagan las necesidades de los ciudadanos y se respete el medio ambiente urbano.

También se ha hablado de un desarrollo urbano sostenible, donde los costos ambientales de la urbanización no puedan ser transferidos a las generaciones futuras, se trata de la “equidad intergeneracional” (Winchester, 2006), es decir un modelo urbano que proporciona un ambiente saludable para la vida y el trabajo, posea una infraestructura de abastecimiento y saneamiento satisfactorias, presente unos servicios adecuados para el desarrollo social y económico y mantenga unas relaciones ecológicas equilibradas con los ecosistemas locales y globales (Sorensen *et al.*, 2005). En concreto, y como se puede deducir, el concepto básicamente corresponde a derivaciones del desarrollo sostenible.

Estas interpretaciones han permitido identificar algunos factores que hacen más sostenible el modelo de ciudad, destancando los llamados *Dongtan Principles*, parte del proyecto de Eco Ciudad en Shanghai, China; destinado a demostrar y crear estilos de vida más sostenible (Girardet, 2008). Entre sus principales ejes está generar una ciudad compacta, estimando una densidad media de 75 habitantes por hectárea. Según la revisión de la literatura,¹ se sigue que los atributos de una ciudad territorialmente más sostenible serían:

¹ Franchini y Dal Cin (2000), Shane y Graedel (2000), Rueda (2002), Generalitat de Cataluña - Universidad Politécnica de Cataluña (2003), López y Hynes (2003), Maestu *et al.* (2003), González y De Lázaro y Torres (2005), Balocco y Grazzini (2006), Carsjens y Ligtenberg (2006) y Zhang y Guindon (2006).

- Una utilización racional del recurso suelo, tratando de reducir la expansión urbana, promoviendo el reciclaje de tejidos urbanos preexistentes y evitando los desarrollos urbanísticos de baja densidad;
- Una conjunción entre las necesidades de crecimiento y la preservación de valores naturales y culturales;
- Una estructura urbana compacta y abarcable;
- Una ordenación de las actividades que favorezca la proximidad a los ciudadanos y una distribución equitativa de los recursos;
- Un territorio donde se favorezcan las mezclas de grupos sociales, usos de suelo y funciones urbanas.

Obviamente estos atributos reflejan una aproximación al modelo de ciudad sostenible, y por supuesto generan discusión, sobre todo si nos referimos a las externalidades que produce la ciudad compacta y la residencia en altas densidades, tales como: ruidos molestos y polución; es lo que llaman “la paradoja de la ciudad compacta” (Carsjens y Ligtenberg, 2006).

Ante la actualidad y evolución del concepto parece atractivo abordar esta temática en la Región, es interesante mirar la sostenibilidad urbana como un concepto más operativo. Se conocen algunas experiencias en ciudades intermedias o aglomeraciones urbanas en proceso de transición a ciudades mayores, principalmente en ámbitos de crecimiento urbano, ecología urbana y gestión ambiental (Pauchard *et al.*, 2006; Romero *et al.*, 2007; Romero *et al.*, 2001; Vásquez *et al.*, 2005), por tanto la aplicación en territorios costeros adquiere una extraordinaria relevancia. En particular los avances de este proyecto por territorio además han sido publicados en revistas y congresos (Rojas *et al.*, 2008; Suazo *et al.*, 2008; Utz *et al.*, 2008).

Finalmente se considera que el análisis de la Sostenibilidad Urbana constituye un aporte para interpretar los desequilibrios urbanos, aún cuando se cuente con instrumentos de planificación y regulación urbana.

Área de estudio

El Área Metropolitana de Concepción (AMC), se localiza al centro sur de Chile entre los 36° 35' y 37° 00' de latitud sur y los 72° 45' a 73° 15' de longitud oeste (Figura 1), ocupa un territorio costero originado por la tectónica terciaria y las regresiones marinas del cuaternario; y el pie monte de la Cordillera de la Costa, en la octava Región del Biobío. Se define por los límites establecidos en su instrumento de planificación o Plan Regulador Metropolitano de Concepción

(Gobierno de Chile Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU, 2003), conformándose por 11 comunas aparentemente muy relacionadas que concentran un volumen de población superior a los 900 mil habitantes en un superficie aproximada de 286,000 hectáreas.

Esta delimitación incluye un borde costero de 60km, comprendidos entre el límite norte de la comuna de Tomé hasta el límite sur de la comuna de Lota, incluyendo en su totalidad a las comunas de: Concepción, Coronel, Chiguayante, Hualqui, Lota, Penco, San Pedro de la Paz, Santa Juana, Talcahuano y Tomé (Gobierno de Chile Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU, 2003).

Los territorios elegidos como representativos de una planificación urbana reciente son:

- La comuna de Coronel localizada a 37° S y 73° O con un territorio de 279.60km², ha cambiado en los últimos años debido a la crisis de la minería del carbón y el crecimiento productivo de nuevas actividades industriales, resultados plasmados en un nuevo crecimiento urbano. De acuerdo a los datos del último censo, cuenta con una población de 95,528 habitantes de los cuales el 95% corresponde a población urbana, presentando una densidad de 341,1 hab/km² (Instituto Nacional de Estadísticas, INE, 2002).
- La comuna de Penco, localizada a 36° 44' S y 72° 59' O, con un territorio de 107.8km², constituye un buen ejemplo de crecimiento a expensas de la capital Concepción. Originalmente su casco urbano fue desarrollado sobre una pequeña llanura fluvial local y un sistema de cordones y plataformas de erosión marina, sitio geomorfologicamente inestable, afectado recurrentemente por efectos naturales catastróficos (terremotos, tsunamis) que ocasionan el traslado de la ciudad. En los últimos años ha pasado de 26,526 habitantes (Censo, 1970) a 46,016 en 2002, de los cuales un 97% vive en la zona urbana, posee una densidad de 426.8 hab/km² (INE, 2002).
- Por último la comuna de Tomé localizada a 36° 37' S y 72° 57' O, con un territorio de 495 km², posee una vocación portuaria y experimentó un fuerte crecimiento producto del auge de la industria textil (1930-1970), desde esas fechas se ha estancado su crecimiento demográfico alcanzado en el último periodo intercensal un repunte de 6.4% y un volumen de población que alcanza los 52,440 habitantes, de los cuales el 87.1% corresponde a población urbana, presenta una densidad de 105.9 hab/km² (INE, 2002).

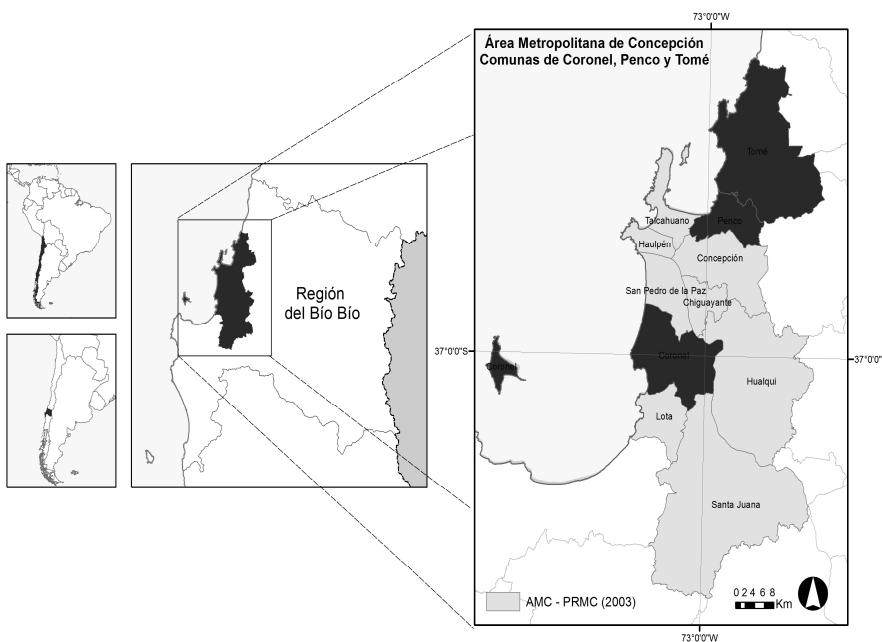


Figura 1. Localización del área de estudio.

Metodología

Para la evaluación de las ciudades del AMC bajo criterios de sostenibilidad del planeamiento urbanístico, se ha optado por la aplicación de indicadores territoriales y Sistemas de Información Geográfica (SIG), estos entendidos como aquellos que están destinados a medir las diferencias espaciales en la situación de cualquier fenómeno, y también aquellos que reconocen esas diferencias como consecuencia de la estructura espacial de la ocupación del suelo, redes de transporte, localización de recursos o tipologías residenciales.

Para elegirlos se reflexiona sobre los atributos de la ciudad sostenible, es decir condiciones que inciden directamente en el consumo de suelo, las necesidades de transporte y la distribución de los equipamientos. Posteriormente se analiza la macrozonificación del suelo urbano consolidado, urbanizable y no urbanizable de los planes, identificando particularidades hasta proponer los siguientes criterios de sostenibilidad urbana para:

- Áreas de suelo urbano consolidado: se desarrollan mediante una estructura urbana compacta y espacialmente continua; densidades residenciales medianas;

optimización del suelo urbano, reutilización, renovación urbana, recuperación de zonas degradadas y abandonadas; mixtura o mezcla de usos de suelo, coexistencia espacial de usos residenciales con usos funcionales o no residenciales útiles (servicios públicos, comercio y otros), facilitar la integración espacial de los usos residenciales. Evitar terciarización que no se reduzca el uso residencial; movilidad y transporte público integrado a los usos de suelo y finalmente conservación del patrimonio cultural.

- Áreas de suelo urbanizables: poseen densidades residenciales medias y bajas, evitando el crecimiento disperso y la proximidad a usos incompatibles; también la ocupación en zonas de riesgo; respetando las tierras de alto valor agrícola y forestal de interés o gran fertilidad y espacios rurales valiosos; manteniendo espacios de valor paisajístico, sin degradarlos y finalmente constituyan un espacio de transición entre el tejido urbano y el rural que proporcione la reserva de espacio para el futuro crecimiento urbano.
- Áreas de suelo restringido: permiten conservar la biodiversidad y el patrimonio natural; previenen la ocupación de áreas de riesgos naturales y tecnológicos; preservan áreas de alto valor productivo agrario, forestal o paisajístico y protegen los sistemas hídricos.
- Áreas de equipamiento y áreas verdes: deben abastecer a la población y responder a una buena localización espacial.
- A partir de estos criterios base se opta por indicadores territoriales que se organizan en tres componentes: Distribución de usos de suelo, Consumo de suelo y Calidad ambiental (Tabla 1).

Datos: para desarrollar estos indicadores se cuenta con una completa base cartográfica cedida por la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda y Urbanismo, básicamente corresponden a los datos usados para realizar los planes territoriales, por tanto se componen de levantamientos aerofotogramétricos 1:10,000 y sus respectivas restituciones, además de usos de suelo, zonificación del plan y carta de riesgos naturales; todos en formato DWG manipulables en software CAD y SIG.

Antes de ser utilizados se corrige su calidad geométrica, básicamente en su topología en el software Autodesk Map 3D, específicamente con las herramientas del menú Drawing Cleanup. Limpiadas las entidades son convertidas a formato SHP para manejarlas en el software SIG ArcGIS en una geodatabase, ahí nuevamente son verificadas las topologías, especialmente los problemas derivados de la superposición de elementos en las capas temáticas.

Tabla 1
Sistema de Indicadores

Distribución de usos y estructura física

1. *Densidad de población*: corresponde a la relación espacial entre la población y la superficie de la zona, se trata de representar la distribución espacial de la población en las zonas propuestas por el Plan Regulador. El resultado del cociente se expresa en habitantes por hectárea.
2. *Mezcla de usos de suelo*: relación porcentual entre los usos no residenciales útiles y los usos residenciales por zona. Se expresa en porcentaje. Los usos no residenciales útiles corresponden a: áreas verdes, comercio, servicios y equipamiento, industrial, seguridad, servicios públicos, transporte estaciones, turismo recreación.
3. *Proximidad a equipamientos básicos*: relación entre la oferta de equipamientos y la distancia que deben recorrer los ciudadanos para acceder a ellos. Se mide la distancia ponderada, en metros, desde las zonas hacia la localización de los equipamientos deportivos, de salud y educación.

Consumo de suelo

4. *Consumo de suelo*: porcentajes de suelo que se incorporan a la nueva superficie urbana, corresponden a los nuevos suelos urbanizables. Se miden en todas las zonas consolidadas y en las zonas de extensión y la zona de conservación histórica. Los porcentajes representados en este indicador, son las superficies que por primera vez se incorporan a una planificación y a un límite urbano.
5. *Superficie urbanizable en áreas no aptas al crecimiento urbano*: relación porcentual entre la superficie identificada como limitante al crecimiento urbano y la superficie total de expansión urbana o superficie urbanizable. Lo identificado como limitante al crecimiento son superficies que se encuentran en: riesgo de anegamiento y/o inundación en zonas y bajas y pendientes fuertes (sobre 30%) y quebradas.
6. *Suelo no construido y protegido*: es la relación porcentual entre la superficie no construida o no edificada en la zona restringida y la superficie total restringida de la zona.

Calidad ambiental

7. *Población en riesgo natural*: es la población expuesta al riesgo, se establece una relación porcentual entre la población situada en un tipo de riesgo y la población total de la zona.
8. *Superficie en riesgo natural*: relación porcentual entre la superficie en riesgo (según los tipos identificados en el Plan) y la superficie total del nuevo límite urbano. Se mide en todas las zonas del Plan Regulador.
9. *Suelo protegido por valor natural*: relación entre el suelo protegido y el que se protege por condiciones naturales, se puede entender que estos suelos podrían estar sujetos a conservación por su valor ecológico.
10. *Población con acceso a zonas verdes a una distancia de 500 metros*: relación porcentual entre la población que accede a zonas verdes en un área de influencia de 500 metros y la población total de cada zona.

Luego de estas mejoras los datos geográficos se encuentran preparados para el análisis espacial que se requerirán para el cálculo de los indicadores.

Resultados

Zonificaciones

Los planes diseñan una planificación urbana basada en tres grandes zonas: Áreas Urbanas Consolidadas, de Extensión Urbana y de Restricción y Riesgo.

Tabla 2
Superficies Planificadas Planes

<i>Zonas</i>	<i>Coronel</i>	<i>Penco</i>	<i>Tomé</i>
Urbana Consolidada	699.8 (25%)	678.9 (26,3%)	1,238.2 (24.5%)
Extensión Urbana	1,181.8 (42.3%)	967.5 (37.5%)	1,623.3 (31.4%)
Restricción y Protección	911.7 (32.6%)	928.2 (36%)	2,108 (40.3%)
Total	2,793.3	2,574.6	4,969.5

Fuentes: Memorias Explicativas Planes Reguladores.

Las Urbanas Consolidadas (UC) básicamente corresponden a los centros urbanos o cívicos, es decir los espacios que concentran los servicios y las actividades comerciales, contiguas a ellas las Extensiones Urbanas (EU), destinadas a acoger el crecimiento futuro y finalmente las de Restricción y Protección (RP), diseñadas para proteger a los recursos hídricos de la presión generada por la urbanización, las zonas expuestas a riesgos naturales y los espacios con valor ecológico (Figura 2). Es importante mencionar que cada una de estas macrozonas de subdivide y detalla en zonas específicas de uso del suelo, pero en este artículo solo nos detendremos en el análisis de la macrozonificación.

Indicadores

Los indicadores fueron calculados en ambiente SIG para cada una de las zonas propuestas por los planes, a continuación se presentan los resultados que permitieron identificar algunos patrones espaciales que merecen atención, y que se resumen en las macro-zonas de planificación.

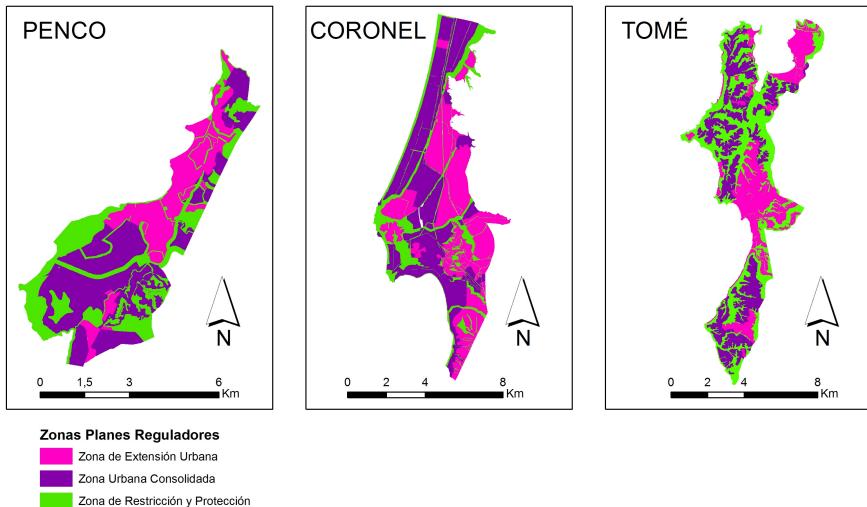
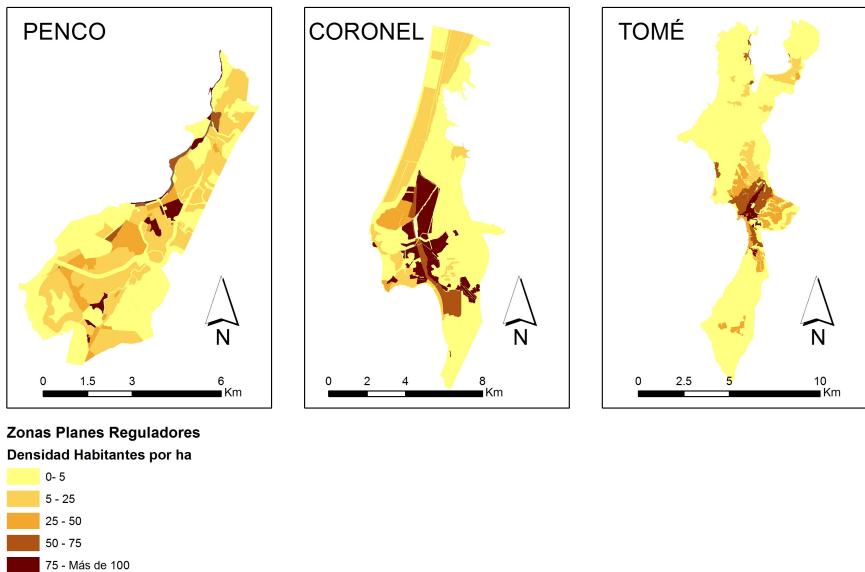
La densidad a menudo se considera como un indicador de sostenibilidad y de crecimiento urbano (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2008). Se ha planteado que el Plan Regulador debe mejorar el aprovechamiento del suelo urbano, y evitar una expansión excesiva de las ciudades: “una mayor densidad del área urbana

respecto de las áreas de extensión urbana y rural permite evitar la ocupación de suelos de alto valor agrícola y producir cambios significativos en los tiempos de viaje, en el consumo de energía y en las emisiones de los vehículos”(Gobierno de Chile, 2001).

En las ciudades costeras se manifiesta un comportamiento un tanto deducible, ya que las UC, concentran población, residencia, actividades y servicios, y obviamente poseen las más altas densidades. La densidad media (habitantes por hectárea) en la UC de Coronel es de 31, en Penco es 36.3 y en Tomé de 36.5. Desde los centros cívicos e históricos se produce una disminución alcanzando valores muy bajos (menores a los 25.0 hab/ha). Estos resultados se pueden comparar con las cifras que se está considerando adecuadas y más sostenible, es decir una media 44 viviendas por hectárea (Hall, 2007), algo así como unos 150 habitantes, cifra muy superior a las medias presentadas y que sólo se registran en las zonificaciones que corresponden al centro de las ciudades. En cuanto a las EU, las densidades son poco significativas en su mayoría (menores a los 25.0 hab/ha), y para las RP se esperan valores muy bajos y afortunadamente así se comportan (inferiores a los 5.0 hab/ha) (Figura 3).

Las UC están más dotadas de equipamientos (educación, salud), en cambio las zonas menos densas se encuentran más alejadas aumentando las distancias de desplazamiento, por ejemplo en el caso de hospitales, Coronel posee un distancia media de 9km, Penco de 2km y Tomé de 4km. También las UC son las que tienen más acceso a los espacios verdes; en este sentido, las áreas verdes son consideradas como un espacio social para recorrer y estar; representa un componente esencial del entorno de los ciudadanos (Gobierno de Chile, 2001). El indicador que mide el acceso de la población, nos señala que en Coronel y Penco más del 50%, mientras que en Tomé el 66% de la población vive a unos 500 metros de un área de esparcimiento, pero con una dotación baja. Según los datos del Observatorio Urbano (<http://www.observatoriourbano.cl>), en Coronel existen 1.8m² de área verde por habitante, en Penco 1.1m² y en Tomé un 0.6m², valores muy inferiores a los recomendados por la Organización Mundial de la Salud, de 5 a 10 m²/hab. (Observatorio de la Sostenibilidad en España, 2008).

Sin duda el indicador que más utilidad e interés prestó, dadas las condicionantes geográficas del Área Metropolitana de Concepción, son los referentes a los riesgos naturales. Las comunas analizadas son muy vulnerables a eventos catastróficos, como inundaciones y derrumbes, por esta misma razón los planes han destinado esfuerzos en identificarlos y cartografiarlos en mapas detallados de riesgos. De acuerdo a estos, en Coronel el 18.4% de la población está localizada en zonas de riesgo, mientras que sorprendentemente en Penco el 96% y en Tomé un 32% se encuentra en áreas similares. La distribución en los tipos de riesgos clarifica las porciones antes mencionadas; Coronel y Tomé, en un mayor porcentaje 38% y 29% respectivamente, se ven

**Figura 2.****Figura 3.**

afectados por el fenómeno del movimiento en masa, en cambio en Penco un 52% vive en áreas de peligro de inundación.

En cuanto a las superficies afectadas y que condicionan sobre todo el diseño de las áreas de extensión, en Coronel el 67% de su territorio se verá afectado por algún tipo de riesgo, en Penco el 35% y en Tomé el 63%, acertadamente la mayor parte de éstas han sido planificadas como RP.

Discusión

Desde el punto de vista de los resultados se intenta identificar tendencias más o menos sostenibles de los modelos de planificación.

En la investigación no se discute la definición de zonas y si hay que valorar, se encuentra acertada, dadas las condiciones del territorio, la decisión de proteger amplios espacios en determinadas zonas de restricción y protección y a su vez válidas ya que poseen densidades muy bajas. El modelo apuesta a seguir planificando una ciudad que asume como monocéntrica (urbanización de centros a periferia), pero hay que poner atención en situaciones como las bajas densidades en las periferias versus las altas, sólo presente en los centros de las zonas consolidadas, donde también existe la mayor diversidad y mezcla de usos de suelo. Esto abre la discusión al respecto de consolidación de las áreas urbanas, están consolidadas actualmente o simplemente son nuevos crecimientos alrededor de los centros cívicos, por tanto para las nuevas urbanizaciones será más sostenible dirigirse hacia la reutilización y renovación urbana que a ocupar la áreas de extensión.

Al no contar con una mapa de las instalaciones equipamientos futuros, sino sólo de las zonas con presencia de equipamientos, es complejo determinar la accesibilidad futura de todas las zonas, es decir el impacto del plan, por tanto se puede evaluar que las UC son las más dotadas, con anillos de distancia más bajos en las zonas cercanas a los centros cívicos, sólo en Coronel emerge otro centro, demostrando los cambios del monocentrismo ubicado en el sector de Camilo Olabarriá, que incluso se está convirtiendo en más importante que el tradicional centro de la ciudad (Suazo *et al.*, 2008).

Reflejo de las mejoras para la ciudad son la restricción en las zonas de riesgo y, el aumento en la planificación de áreas verdes, estos últimos incrementos permitirán más acceso a la población, quedando pendiente el aumento de las dotaciones por habitante. En cuanto a los riesgos, entra en discusión el hecho de que la población en riesgo mayoritariamente vive en las zonas consolidadas, por tanto viviendas difíciles de relocate. He aquí el punto más sensible de la planificación, si bien es un avance el hecho de reconocer las zonas de riesgo y restringirlas, en las zonas consolidadas se encuentra la real exposición a los peligros naturales, espacios que en el pasado representaron la extensión del Área Metropolitana de Concepción.

Conclusiones

El proyecto de investigación pretendió bajo un método sencillo y extendible a otras ciudades costeras de la región, poner en práctica el concepto de sostenibilidad urbana en la planificación de los modelos de ciudad. Los indicadores permitieron reconocer algunos patrones actuales y futuros de ocupación del suelo según los tipos de zonas, principalmente respecto de las densidades, las áreas verdes, los equipamientos y los riesgos naturales. También se considera apropiado destacar que la búsqueda de medidas para hacer operativa la sostenibilidad es un tema en desarrollo y en discusión, además son necesarias, teniendo en cuenta un escenario donde la ciudad es un conjunto de relaciones en continuo cambio y que afronta serios retos urbanos, como el consumo energético y el cambio climático.

Se considera una aportación válida, ya que los resultados permiten reconocer mejoras e inquietudes en la planificación de sitios atractivos y muy presionados por la urbanización. Debido a la trascendencia actual del urbanismo sostenible, sobre todo al definir las zonas de usos de suelo, por tanto además de plantearse como un método de evaluación del resultado territorial de un plan (zonificación), se considera muy útil para la etapa de diagnóstico, es decir estos indicadores o con modificaciones pueden aplicarse en la evaluaciones previas o en la generación de escenarios para el producto final o el mapa de zonificación.

Los resultados se orientan a observar desde otra mirada las propuestas de un instrumento de planificación y por ningún motivo pretenden descalificar las actuales delimitaciones y los tipos de zonas, obviamente existen instrumentos legales destinados a ello. Es decir no es objetivo de este trabajo evaluar la zonificación u proponer otra, sino analizarla en relación a los nuevos paradigmas de sostenibilidad urbana.

Desde un punto de vista más técnico los indicadores intentaron ser novedosos, de ahí la utilización de información digital de calidad y sistemas de información geográfica, herramienta indiscutiblemente apropiada en la modelización espacial. Finalmente el estudio pretende destacarse como una aportación a los modelos de valoración de la sostenibilidad en la planificación urbana de ciudades medias, como gran parte de las existentes en Chile.

Agradecimientos

Se agradecen las aportaciones de la doctora María Jesús Salado de la Universidad de Alcalá y la colaboración de los estudiantes ayudantes de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Concepción, Alex Concha y Aldo Villaseca apoyaron el tratamiento de los datos cartográficos. Con respecto a los datos se agradece la cooperación de la Secretaría Regional Ministerial de Vivienda Urbanismo de la Región del Bío Bío.

Bibliografía

- Balocco, C. y Grazzini, G., *Sustainability and information in urban system analysis*. Energy Policy, 34, 2905-2914, 2006.
- Carsjens, G. y Lichtenberg, A., “A GIS - based support tool for sustainable spatial planning in metropolitan areas”, *Landscape and Urban Planning*, 80, 72-83. 2006.
- Franchini, T. y Dal Cin, A., “Indicadores urbanos y Sostenibilidad. Hacia la definición de un umbral de consumo sostenible de suelo”, *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 123, 41-55, 2000.
- Generalitat de Catalunya y Universidad Politécnica de Catalunya, *Estudi de criteris ambientals per a la redacció del planejament urbanístic*, Barcelona, 2003.
- Girardet, H. *Cities People Planet Urban Development and Climate Change*, John Wiley y Sons Ltd., 2008.
- Gobierno de Chile, Circular DDU N°55 Plan Regulador Comunal, 2001.
- Gobierno de Chile, Modificaciones y Rectificaciones de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, 2008.
- Gobierno de Chile Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU, Plan Regulador Metropolitano de Concepción Memoria Explicativa, 2003.
- González, M. J. y De Lázaro y Torres, M. L., “Indicadores Básicos para la Planificación de la sostenibilidad urbana local”, *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales Biblio 3W*, 2005.
- Hall, P. (Ed.), *Congreso Regiones Capitales*, Madrid, 2007.
- Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Censo Nacional de Población y Vivienda, 2002.
- López, R. y Hynes, P., “Sprawl in the 1990s Measurement, Distribution, and Trends”, *Urban Affairs Review*, 38, 325-355, 2003.
- Maestu, J., Prats, F., Velásquez, I., Del Acamara, G., Blanco, I., Rodríguez, M., Disougi, M. y Naredo, M., *Bases para la evaluación de la sostenibilidad en proyectos urbanos*, Madrid, Ministerio de Medio Ambiente Gobierno de España, 2003.
- Observatorio de la Sostenibilidad en España, *Sostenibilidad Local. Una aproximación urbana y rural*, Madrid, Artes Gráficas Cuesta S.A., 2008.
- Ooi, G. L., *Sustainability and Cities Concept and Assessment*, Singapore, Institute of Policy Studies, 2005.
- Pauchard, A., Aguayo, M., Peña, E. y Urrutia, R., “Multiple effects of urbanization on the biodiversity of developing countries: The case of a fast - growing metropolitan area (Concepción, Chile)”, *Biological Conservation* 127, 272-281, 2006.

- Rojas, C., Diaz, M. Á. y Jaque, E., “Sostenibilidad Urbana. Tomé: Una propuesta para evaluar los planes reguladores Chilenos”, *Revista Urbano*, 11 (No. 17), 26-35, 2008.
- Romero, H., Moscoso, C. y Smith, P., “Lecciones y conclusiones sobre la falta de sustentabilidad ambiental del crecimiento urbano espacial de las ciudades chilenas”, *Coloquio Del País Urbano al país Metropolitano*, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 2007.
- Romero, H., Toledo, X., Ordenes, F. y Vásquez, A., “Ecología urbana y gestión ambiental sustentable de las ciudades intermedias chilenas”, *Ambiente y Desarrollo*, XVII, 45-51, 2001.
- Rueda, S., *Barcelona, ciudad mediterránea, compacta y compleja: una visión de futuro más sostenible*, en Ayuntamiento de Barcelona Agencia de Ecología Urbana (ed.), 2002.
- Shane, M. y Graedel, T., “Urban Environmental Sustainability Metrics: A provisional Set”, *Journal of Environmental Planning and Management*, 43, 643-663, 2000.
- Sorensen, A., Marcotullio, P. J. y Grant, J., *Towards sustainable cities*, Londres, Ashgate, 2005.
- Suazo, B., Jaque, E., Rojas, C. y Utz , R., “Assessment of the sustainability of the urban planning in the City Coastal: The Case of Coronel city”, *The Sustainable City 2008 Fifth International Conference on Urban Regeneration and Sustainability*, Skiathos, Greece, 2008.
- Utz, R., Jaque, E., Rojas, C. y Suazo, B., “Evaluación de sostenibilidad de la planificación territorial de los espacios urbanos costeros. Caso de estudio Ciudad de Penco”, *Coloquio Ibérico de Geografía “La geografía ante los nuevos retos ambientales”*, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, España, 2008.
- Vásquez, A., Riveros, S. y Romero, H., “Sustentabilidad del Desarrollo Urbano del Gran Concepción”, *XXVI Congreso Nacional y XVI Congreso Internacional de Geografía Sociedad Chilena de Ciencias Geográficas*, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, 2005.
- Winchester, L., “Desafíos para el desarrollo sostenible de las ciudades en América Latina y El Caribe”, *Estudios Urbanos Regionales EURE*, 32, núm. 96, 7-25, 2006.
- Zhang, Y. y Guindon, B., “Using satellite remote sensing to survey transport - related urban sustainability. Part 1: Methodologies for indicator quantification”, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 8, 149-164, 2006.

A comunicação cartográfica nos mapas táteis

Ruth Emilia Nogueira*

Abstract

In this article we recovered the premises of cartographic communication to discuss the development and use of tactile maps. It is a compilation on how tactile maps have been produced, on the standardization of symbology, and on their importance for the visually impaired. We emphasize the necessity of considering the peculiarities inherent to the users and the cognitive processes involved in map reading, and understanding of space in the production of these maps. These aspects were considered in the research that we have developed in the Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar (Laboratory of Tactile and School Cartography) at Universidade Federal de Santa Catarina, Brazil, to propose standards for tactile maps. We discuss some of the acquired knowledge regarding the variables of tactile graphics and graphic primitives point, line and area. Research results pointed that the existence of standards for the symbology and layout can help the making and use of tactile maps. Thus, it is imperative that the production of tactile maps take into account the tactile reading and understanding of how blind people form mental images of space, these factors unknown to most people involved in the process. The dissemination of research where such assumptions are considered can contribute to improve communication of cartographic information in tactile maps.

Key words: *Tactile Cartography, Cartographic communication, Standards of tactile maps.*

Resumo

Neste artigo resgatamos as premissas da comunicação cartográfica para discutir a elaboração e uso de mapas táteis. Faz-se um arrazoado sobre como têm sido produzidos mapas táteis, sobre a padronização de simbologia e sobre a importância deles para

* Professora Doutora no Departamento de Geociências da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade, Caixa Postal 476, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, CEP 88040-900, correio electrónico: rutenogueira@gmail.com

os deficientes visuais. Destacamos a necessidade de considerar na produção desses mapas as peculiaridades inerentes aos usuários e os processos cognitivos envolvidos na leitura de mapas e no entendimento do espaço. Tais aspectos foram considerados nas pesquisas que vimos desenvolvendo no Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, para propor padrões para mapas táteis. Discorremos sobre alguns dos conhecimentos adquiridos nesse projeto referentes às variáveis gráficas táteis e às primitivas gráficas ponto, linha e área. Como resultados da pesquisa, verificamos que a existência de padrões para a simbologia e para o layout pode auxiliar tanto na confecção como no uso dos mapas táteis. Para tanto, é imperativo que na produção de mapas táteis leve-se em conta a leitura tátil e o entendimento de como pessoas cegas formam imagens mentais do espaço, fatores esses desconhecidos pela maioria das pessoas envolvidas no processo. A divulgação de pesquisas nas quais foram considerados tais pressupostos pode contribuir para melhorar a comunicação da informação cartográfica nos mapas táteis.

Palavras clave: *Cartografia Tátil, Comunicação Cartográfica, Padronização de mapas táteis.*

Introdução

Os fenômenos materiais ou imateriais que ocorrem no espaço geográfico encontram na linguagem cartográfica a forma de serem expressos de modo universal. Conceitos da geografia, como paisagem, território e lugar, que se materializam sob o olhar em múltiplos objetos conectados, são mais bem explicados quando selecionados, classificados e representados nos mapas. Estes, por sua vez, ao serem concebidos na perspectiva da comunicação visual da informação, fazem da cartografia uma ciência que demanda o uso imediato do sentido da visão. Tal fato é observado em mais de trinta eixos nas Conferências Internacionais de Cartografia realizadas pela International Cartographic Association (ICA), um espaço para a cartografia que é elaborada na perspectiva do sujeito desprovido do sentido da visão ou que tem baixa visão. Nesse eixo específico, pesquisadores vêm apresentando seus trabalhos e trocando conhecimentos e experiências que permitem os avanços na cartografia tátil.

Os Encontros Brasileiros de Cartografia ainda não contemplam um eixo para essa cartografia “especial”, porém, ao verificarmos os anais dos três últimos eventos realizados (em 2005, 2007 e 2010), constatamos que existem artigos relativos a esse tipo de cartografia apresentados nos eixos denominados de “Cartografia” e “Cartografia Escolar”. Inclusive, no último evento, pela primeira vez, numa mesa-redonda de Cartografia Escolar, foi aberto um espaço para a Cartografia Tátil.

Fato semelhante vem acontecendo nos últimos anos nas conferências relativas ao ensino da Geografia e ao da Cartografia para Crianças e Escolares no Brasil. Tal aspecto denota que a demanda por esse assunto é consequência da política de inclusão educacional e social que vem acontecendo no país. Cartógrafos e geógrafos

envolvidos em processos educativos precisam dar conta de socorrer os educadores na produção de material adaptado para auxiliar os estudantes deficientes visuais no processo de aprendizagem nas disciplinas nas quais há necessidade de comunicação da informação cartográfica.

Os artigos apresentados nesses eventos mostram experiências no uso de mapas táteis em situações de ensino, no desenvolvimento de mapas e maquetes, entre outros. Observamos o empenho na elaboração de mapas táteis (na sua maioria, de forma incipiente) que sejam cognoscíveis ao público deficiente visual, porém não encontramos discussões sobre imagens mentais de deficientes visuais ou sobre a comunicação cartográfica nesse tipo de produção.

Conforme aponta Maturana (2001), os cientistas praticam a ciência como uma maneira de viver, sob o desejo de explicar. Também afirma ele que nós, seres humanos, fazemos tudo na linguagem nos mais diversos domínios de afazeres ou tipos de atividades humanas, sejam eles concretos ou abstratos, imaginados, práticos ou teóricos. Rendemo-nos a esta e a mais uma afirmação do autor: de que usamos a razão para sustentar ou esconder nossas emoções, e que nem nos apercebemos disso ao escolhermos nossos diferentes argumentos racionais. Confirmamos essas rogativas implícitas nos artigos apresentados nos anais e também, com certeza, no discurso da comunicação cartográfica nos mapas táteis deste artigo. As preferências e escolhas da autora transparecem na forma racional de explicar a sua vivência e sua linguagem na ciência, nas atividades relativas à cartografia no Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da Universidade Federal de Santa Catarina (LabTATE).

Os processos cognitivos são considerados na percepção de mundo e de representá-lo aos deficientes visuais pelo grupo de pesquisadores e colaboradores do LabTATE, sob a coordenação desta autora pesquisadora, professora que produz mapas e ensina a fazê-los, inclusive aqueles da cartografia tátil. As reflexões sobre a elaboração e uso dos mapas táteis na acepção da comunicação cartográfica e, especialmente, na padronização como proposta de um projeto executado com tal finalidade, detalharemos na sequência.

Produção, uso e padronização de mapas táteis

Os mapas, conforme reconhecido por pesquisadores como Almeida (2007), Loch (2008), Ugar; Blades (2001), Ugar; Simpson e Blades (2004) e Vasconcelos (1993, 2007) podem ser mais necessários para pessoas que não enxergam que para aquelas que podem ver. Eles podem proporcionar acesso à informação espacial para esse grupo de usuários organizar suas imagens espaciais internas (estimar distâncias, localizar lugares e objetos), o que, consequentemente, pode reverter em maior independência e autonomia na orientação, mobilidade e segurança dessas pessoas. Apesar de existirem dispositivos dedicados à navegação, como o GPS, que permite localizar lugares no meio ambiente e auxiliar na mobilidade, ou mesmo de apare-

lhos celulares com dispositivo GPS, que permitem ao deficiente visual receber informações do lugar por onde circula, Rowel (2007) verificou que deficientes visuais consideram os mapas táteis como principal dispositivo para obterem informação espacial. Diversos foram os motivos, apontados pelos participantes da pesquisa efetuada pelo autor, para os deficientes visuais darem preferência aos mapas antes que a outros dispositivos. Algumas das vantagens dos mapas táteis sobre os novos dispositivos de informação espacial foram: (a) excelente ferramenta para reconhecimento, ajudando a planejar visitas a lugares não familiares e a conhecer mais sobre os lugares após visitá-los; (b) permitem que se estabeleçam relações de feições, tornando possível localizar referências e rotas familiares; (c) são as mais compreensivas representações dos mapas mentais, que auxiliam na orientação, mesmo que não forneçam direções precisas; e (d) o mapa é um elemento físico que possibilita a leitura e torna mais fácil aprender, se comparado a memorizar lista de informações verbais descritivas de um lugar.

Os deficientes visuais apontaram também as dificuldades em usar mapas táteis: (a) não são fáceis de ler e quando conseguem entender o conteúdo, nem sempre conseguem ligar o que é representado com o mundo real; (b) muitos mapas são tão grandes que tornam difícil sua leitura e seu transporte; e (c) a indisponibilidade de mapas de espaços relevantes.

Jacobson (2007) aumenta essa lista ao assinalar: (a) as dificuldades dos métodos de produção; (b) a inabilidade em fornecer informações, por exemplo, a simbolização de uma cidade ora com símbolo ora com uma figura geométrica; e (c) dificuldade de disseminação, pois as cópias dos mapas são limitadas e cada usuário precisa usar um mapa individualmente.

Os benefícios e as dificuldades do uso e de produção de mapas táteis apontados por Rowel (2007) e Jacobson (2007) foram desafios aceitos na pesquisa, para estabelecer padrões para mapas táteis no Brasil e disponibilizar modelos de mapas na internet que pudessem ser acessados por quem deles precisa nas diversas situações de educação ou de mobilidade. É importante dizer que a produção de mapas táteis no Brasil é precária e carente de aporte teórico e metodológico e, consequentemente, a disponibilização de mapas pelos organismos ligados à educação ou à preparação para a vida prática e profissional de deficientes visuais é incipiente mesmo nas regiões mais desenvolvidas.

A primeira indagação surgida quando iniciamos a pesquisa foi sobre a existência ou não de convenções cartográficas já estabelecidas para esse tipo de mapas; ou se havia padrões cartográficos táteis estabelecidos em algum país, pois no Brasil já sabíamos que nada existia nesse sentido. Alguns pesquisadores como Oka (1999) argumentam que as dificuldades em se chegar a padrões de simbologia para mapas táteis são devidas à diversidade de interpretações dadas a eles por parte dos cegos. Vasconcelos (1993, 1996) assinala a inexistência de regras para uma linguagem tátil

e que os tipos de signos gráficos e o design do mapa precisam ser adequados, mas não podem ser semelhantes aos padrões dirigidos à visão. Outros afirmavam que os deficientes visuais não sabiam ler mapas e, por causa disso, cada deficiente apresentava uma opinião diferente sobre símbolos em mapas.

Tais dificuldades não foram consideradas impedimentos suficientes para a proposição de padrões de símbolos para mapas táteis no Brasil. Voltamos esforços na proposição de padrões considerando o uso de mapas como um processo contínuo, em que as propostas seriam avaliadas por um grupo heterogêneo de deficientes visuais.

Consideramos a possibilidade de os sujeitos deficientes visuais colaboradores da pesquisa não saberem usar mapas. Assim como aqueles que enxergam, mas não sabem ler mapas, precisariam ser ensinados. É lógico que isso não acontece em um só momento; é um processo ao longo do desenvolvimento espacial do indivíduo (Almeida; Passini, 2001). Todavia, se ele não teve acesso aos mapas e já é um adulto, precisa ser ensinado a usar esse recurso, pois um cidadão alfabetizado deve ser capaz de ler mapas para acessar informações espaciais no intuito de tomar decisões sobre o espaço, (Almeida; Nogueira, 2009).

Notamos que no Brasil o desconhecimento de mapas por parte dos deficientes visuais¹ deve-se ao fato de eles não disporem de mapas adaptados à sua leitura na escola, nas ruas ou em qualquer outro lugar, ou então, conforme Nuernberg (2008), de não terem sua demanda atendida porque os recursos mediacionais ou instrumentais que lhes permitiriam elaborar conhecimentos (como os mapas), na maioria das vezes estavam dispostos em formatos e modelos que supõem a condição vidente. Tal condição foi constatada também na pesquisa de Rowel (2007). Ratificamos isso no decorrer das pesquisas para a proposição de padrões para mapas táteis para o Brasil. Muito pouco dessa população tinha tido contato com mapas durante sua vida e quando teve foi de forma precária por causa da construção inadequada do mapa.

As outras dificuldades, apontadas² por pessoas de organismos ligados à produção de material ou integração dos deficientes visuais, não desestimularam a proposição de padrões para mapas táteis para o Brasil, pois estávamos considerando um país gigante, marcado pela diversidade nos seus aspectos naturais, sociais e econômicos e desigualdades sociais, que bem conhecíamos, assim como conhecemos o seu desenvolvimento tecnológico.

¹ O uso dos termos pessoa com deficiência visual, cego e pessoa com baixa visão, ou a combinação destes termos é uma opção amparada pelo consenso construído em órgãos representativos das pessoas com deficiência e pela literatura especializada na área. Sobre essa questão terminológica sugere-se a leitura de Sasaki (2003)

² Outras dificuldades apontadas são: os materiais envolvidos na produção de mapas variam de um país para outro e em diferentes graus de desenvolvimento tecnológico e social dos países (Loch, 2008).

Por outro lado, consideramos que cabe ao cartógrafo fazer mapas (mesmo que tenhamos observado que isso não constituía fato nos lugares onde investigamos a produção de material cartográfico tátil) e, para tanto, ele deve ter conhecimento de como fazer mapas a partir de um conjunto de dados selecionados na realidade e o público a que o mapa se destina. No caso específico dos mapas táteis, ele precisa saber das limitações que a ausência do sentido da visão confere ao sujeito cego quando vai utilizar o tato para a leitura de um mapa, e que a resolução do tato é muito inferior àquela da visão. Isso significa considerar a quantidade de informação a ser disposta em um mapa e que ela deve ser adequada à sensibilidade da percepção tátil. Porém, sabe-se que a deficiência do órgão sensorial da visão confere às pessoas cegas peculiaridades ainda pouco conhecidas pela maioria das pessoas e também pelos cartógrafos, principalmente quando o objeto em questão é o espaço geográfico, (Nogueira, 2010).

Ungar *et al.* (2005) mostram semelhante opinião ao constatar que manuais sobre mapas táteis publicados nos anos 1990 por Amick; Corcoran (1997); Bentzen (1997); Edman (1992); Eriksson; Jansson; Strucel (2003) e, mais recentemente, por Gardiner; Perkins (2003) oferecem boas idéias para diferentes materiais, mas foram baseados mais em assunções e julgamentos estéticos do que em experiências empíricas. Ungar (2005) argumenta que nos últimos vinte anos houve uma mudança da abordagem estética e da visualização na cartografia para uma abordagem mais científica, que emprega metodologias da pesquisa a partir da psicologia cognitiva para reelaborar o conceito de visualização cartográfica. Nas pesquisas de “visualização cognitiva” reconhece-se que a leitura de um mapa depende da percepção e dos processos cognitivos. Similarmente, diz o autor, o design de imagens táteis pode ser amparado em pesquisas sobre a percepção e cognição da informação tátil. Registra o referido autor que apenas um pequeno número de estudos empíricos foi conduzido na cartografia tátil considerando a cognição. Destaca os estudos sobre tamanhos de pontos e áreas de Nolan; Morri, em 1971, e estudos de tipos de linhas em displays gráficos, por Bentzen; Peck, em 1979.

Na América do Sul cabe destacar o trabalho de Escanilla; Silva (2005) do Centro de Cartografia Táctil da Universidade Tecnológica Metropolitana de Santiago, em projeto internacional envolvendo 18 países, para representar o espaço geográfico em modelos 3D para pessoas cegas. No contexto do projeto foram produzidos modelos de diversos mapas temáticos em plástico tipo PVC para serem avaliados por estudantes cegos com a mediação de educadores.

No Brasil a produção científica sobre mapas táteis era praticamente inexistente até a década de 1990, quando da tese de doutorado da professora Regina Araújo de Almeida Vasconcelos, em 1993, que estudou a linguagem gráfica tátil a ser utilizada em mapas e desenvolveu um programa de treinamento de usuários deficientes visuais na leitura e decodificação de mapas. Algumas poucas produções nesse sen-

tido foram efetuadas e somente nos últimos cinco anos começaram a surgir alguns trabalhos científicos com enfoque em situações de ensino, conforme constatamos nos anais de eventos científicos.

As pesquisas efetuadas na internet e nos anais de eventos científicos, quando do início do projeto, mostraram algumas proposições de simbologias para mapas táteis, mas nada apareceu autenticado como padrão, ou mesmo que apontasse modelos aprovados em testes com deficientes visuais.

Na prática, quando da nossa visita às fundações da Espanha, Portugal e Brasil, verificamos que a produção de material adaptado era conduzida por pessoas sem conhecimento de cartografia ou geografia, ou seja, pessoas leigas que se dispuseram a essa tarefa. Algumas delas afirmaram ser essa adaptação de mapas uma tarefa complicada, como demonstram os seguintes questionamentos: o que fica, o que sai do mapa? Qual a escala, se forem ampliados? Precisam de escala? Quais texturas usar? Que símbolos?

Outras não consideram problema adaptar mapas impressos para a versão tátil, pois encaram mapas como “desenhos” que precisam ser adaptados e para isso é só redesenhar em relevo, com pontinhos ou texturas.

Sobre o uso dos mapas ou a sua aprovação por parte dos deficientes visuais, constatamos que nesses organismos os testes realizados limitavam-se a verificar a diferenciação de áreas através da identificação de distintas texturas, diferenciação de símbolos pontuais ou de linhas, quando era o caso, e de verificar se o texto em Braille estava certo. Se tudo fosse aprovado pelo deficiente visual, então o mapa estava pronto.

Às vezes observávamos que uma coleção de mapas era utilizada para produzir um único tema, por causa da decisão de representar tudo o que mostrava o mapa impresso (em tinta) através de texturas. Porém, não observamos testes de entendimento do tema ou daquilo que foi representado; ou seja, nesses organismos o processo de produção está distanciado do processo de consumo do mapa; não há preocupação com a comunicação da informação cartográfica. É provável que a ausência de profissionais com conhecimento de cartografia possa ser a causa disso e, por consequência, a falta de avanço na busca de melhorar ambos os processos e, também, quem sabe, chegar a uma padronização como forma de facilitar a produção e uso de mapas táteis.

De tudo que foi explanado, justificamos a decisão de buscar padrões para a simbologia e apresentação de mapas táteis com os seguintes argumentos: (1) os mapas convencionais, especialmente os mapas topográficos e os geográficos para normovisuais, têm a maioria dos padrões e simbologia estabelecida ainda no século XVIII, aceita internacionalmente e facilmente memorizada pelos usuários; (2) os mapas da cartografia temática têm métodos de mapeamento e variáveis gráficas definidas, e são também reconhecidos internacionalmente; (3) até 2005 nada se

encontrou sobre propostas de padronização para os mapas táteis, mesmo que eles tenham sido confeccionados, segundo aponta Ventorini (2007), desde o século XVIII; (4) a definição de padrões de simbologia para mapas táteis considerando a “Comunicação da informação Cartográfica” facilitará a produção e o uso desse tipo de mapas no Brasil; (5) padrões para símbolos pontuais e lineares, para identificadores de área, para a escala e para a orientação geográfica possibilitam a confecção de mapas mais eficientes; (6) a memorização de padrões cartográficos (à semelhança do que fazemos com aqueles da cartografia tradicional) pode facilitar a leitura de mapas pelos deficientes visuais.

A comunicação cartográfica e padrões para mapas táteis

Recordando o desenvolvimento do conceito de comunicação cartográfica, Board (1983) aponta Kolacny, em 1970, e Koeman, em 1970 e 1971, como os primeiros a mencionarem os mapas como veículos no processo de comunicação. Diz o referido autor que nessa época surgia na ICA o Grupo de Trabalho em Informação Cartográfica, coordenado por Kolacny tendo seu expoente em Ratajasky, que desenvolveu o conceito de comunicação cartográfica ligando a cartografia teórica aos seus aspectos práticos.

Simielli (1986) faz uma seleção de autores que mais publicaram sobre comunicação cartográfica, como Board na Inglaterra, Ratajaski na Polônia, Morrison nos Estados Unidos e Salichtchev na União Soviética. A autora apresenta, descreve e analisa os modelos desenvolvidos por esses autores, salientando que o clássico Modelo de Comunicação Cartográfica de Kolacny (1969 – publicado em 1977), também conhecido como Comunicação da Informação Cartográfica, serviu de base para esses e muitos outros autores. Referência especial deve ser feita ao modelo de Salichtchev (1978), que simplificou o modelo apresentado por Kolacny e faz uma interpretação mais diferenciada em quatro estágios para o mapeamento como um processo de comunicação.

De acordo com Kolacny (1977), o produto cartográfico não pode atingir seu efeito máximo se o “cartógrafo” considerar a produção e o consumo de mapas como dois processos separados. Esse efeito máximo só pode ser obtido se na criação e utilização dos mapas forem considerados dois componentes de um processo coerente (e, em certo sentido, indivisível) no qual as informações cartográficas originam, são comunicadas e produzem um efeito. Simielli (1986) destaca no modelo de Kolacny a importância da comunicação cartográfica, a forma de como ela é realizada e a relação desse processo com a eficácia do mapa, através do retorno à realidade, pelo usuário.

Na década de 1990, com a proliferação do uso dos computadores para produzir e disponibilizar mapas, novos modelos de comunicação cartográfica foram elaborados, mas ainda sob a influência do clássico modelo de Kolacny.

Analizando os modelos apresentados por diferentes autores, podemos concluir que a comunicação cartográfica só acontece quando há uma realidade a ser modelada na forma de mapa, e que o mapa é o meio de comunicação da informação, a qual será eficaz na medida em que o usuário, ao ler o mapa, conseguir obter a informação desejada, sendo ela a mais próxima possível da realidade. Para conseguir isso, quando efetua um projeto cartográfico, o mapeador precisa considerar os processos cognitivos e as teorias da comunicação. No caso da cartografia tátil, o cartógrafo deve considerar as limitações que a ausência da visão gera tanto na confecção quanto na leitura de mapas, assim como a forma própria de pessoas cegas organizarem e se apropriarem do conhecimento (no caso em foco, do conhecimento do espaço geográfico). Tais considerações, se levadas em conta na adaptação de material tático, podem, segundo Amiralian (2009) e Camargo e Nardi (2006), promover um salto qualitativo nas condições de acesso ao saber formal por parte do deficiente visual.

Observamos, então, que o foco não está em transformar o que é visual em tático, mas levar em conta que as pessoas deficientes visuais têm caminhos próprios para formar imagens mentais do mundo, que envolvem outros sentidos na ausência do sentido da visão e que os processos mentais superiores estão preservados na função que requer a criação de imagens mentais, memória inteligência etc.

Os mapas para pessoas cegas são feitos em relevo, seja na forma artesanal a partir da construção de uma matriz que servirá de base para gerar o mapa final, seja na confecção em papel microcapsulado, ou em outra forma disponível que permita a leitura tática. Esses mapas são escrutinados pelas mãos dos deficientes visuais para observar símbolos, linhas e áreas para identificar e entender o espaço representado. Essa leitura do mapa é feita lentamente, ora explorando a legenda, ora o mapa, ora buscando entender o todo, ora procurando detalhes. Tal constatação é decorrente das pesquisas que temos efetuado no LabTATE com a colaboração de deficientes visuais da cidade de Florianópolis, ao longo de dois anos, (Nogueira, 2009).

Importante frisar que a percepção do espaço geográfico é condicionada a alguns fatores que não depende diretamente da pessoa como: a) qualidade do modelo cartográfico; b) tipo de material usado como substrato; c) desenho dos símbolos; e d) clareza da legenda, (Escanilla; Silva, 2005). Ainda é significativo adicionar que conhecer não está reduzido a idéia de ver, e que, especialmente no caso dos deficientes visuais, a mediação pedagógica no processo de ler um mapa é fator determinante para o entendimento do que foi representado e seu significado na realidade.

A pesquisa para a proposição de padrões para mapas táteis no Brasil considerou os mapas como veículos de comunicação capazes de auxiliar pessoas com deficiência visual a compreender o mundo que as cerca e a ampliar a capacidade delas em compreender aquilo que não podem ver no espaço. Dessa forma, entendemos ser pertinente apontar alguns conhecimentos adquiridos nessa pesquisa enfatizando a comunicação da informação cartográfica em mapas táteis. Para tanto, iniciamos

com as primitivas gráficas (visuais) transformadas para o modo tátil e também sobre as variáveis gráficas táteis envolvidas nos mapas. Utilizamos dois distintos substratos para os mapas: o plástico braillex e o papel microcapsulado.

- *Ponto*: Deve ter as dimensões que não ultrapassem a da ponta de um dedo; a partir daí podem ser interpretados, pela leitura tátil, como área. Pontos devem ter dimensões de 0,2 a 1,3 cm aproximadamente. Aconselha-se a utilizar até três tamanhos de pontos em um mapa, e bem distintos. Os elementos pontuais devem sofrer variações na Forma interna e externa para facilitar seu entendimento pela leitura tátil. As formas gráficas de triângulo, quadrado e círculo de mesmo tamanho, independentemente da textura utilizada, podem ser entendidas como um só tipo de ponto, ao serem percorridas pelos dedos de um deficiente visual. A variável tátil Volume (variações na altura dos pontos) é mais indicada para mapas em escala pequena que para mapas em escala grande, como aqueles para mobilidade.
- *Linha*: Para ser entendida como linha deve ter dimensões acima de 1,3 cm; caso contrário, pode ser confundida como ponto pela leitura das mãos. Geralmente dois a três tamanhos de linhas são suficientes em mapas de escala pequena; para mapas em escala grande, nossa experiência mostrou que podemos usar mais variações associando adequadamente as variáveis gráficas táteis Tamanho, Volume e Textura; Aconselha-se a usar a variável tátil Tamanho antes da Textura para as linhas. Se possível, deve-se usar também Volume (altura da linha).
- *Área*: Representada por um polígono fechado delineado por uma linha, com identificador dentro dele, mas pode também ser representado por texturas preenchendo a área.
- *Uso de texturas para ponto, área e linha*
 - se a área representada for muito pequena, ela pode ser confundida com ponto. Essa confusão ocorre mais frequentemente quando se usa textura do que quando se constrói o polígono delineado por linha;
 - ao usar texturas em um mapa em escala grande para representar áreas, aconselha-se a não ultrapassar três tipos delas, as quais devem ser muito diferentes do tato (e não da vista);
 - as texturas podem ser aplicadas na representação de objetos lineares distintos, pois permitem que o tato as distinga e haja o entendimento de que são diferentes objetos lineares representados. Contudo, não se ultrapassam duas texturas diferentes por mapa.

Os padrões escolhidos segundo as preferências dos deficientes visuais, para mapas de escala pequena, foram catalogados para dois tipos de produção: o artesanal e aquele em papel microcapsulado. Para facilitar a leitura dos mapas, foi pro-

posto substituir o texto em Braille, de alguns elementos importantes que geralmente aparecem nos mapas para a educação ou em atlas, por símbolos padrões, conforme apresentado no Quadro 1. Na Figura 1 mostramos parte do catálogo elaborado que especifica a construção da simbologia em cada substrato. Esse catálogo completo é encontrado no endereço eletrônico do labTATE.

Quadro 1
Símbolos padrões propostos para os mapas táteis para a educação

<i>Símbolo</i>	<i>Significado</i>
	Linha do Equador
	Meridiano de Greenwich
	Trópico de Câncer
	Trópico de Capricórnio
	Oceano Atlântico
	Oceano Pacífico

Fonte: Nogueira (2009).

Assim, por exemplo, ao explorar o mapa político da América do Sul (figura 2), o deficiente visual perceberá, pelo tato, uma linha que corta o mapa na direção leste–oeste, identificada no seu início por um símbolo específico. Se ele foi ensinado e se apropriou do significado, saberá que se trata do Trópico de Capricórnio. O mesmo acontecerá para a Linha do Equador e cada um dos oceanos, que não precisam ser marcados em Braille no mapa, mas pelo seu símbolo específico.

A pesquisa sobre as preferências dos deficientes visuais para o layout de mapas em escala pequena resultou no seguinte modelo proposto como padrão de apresentação de mapas (Figura 2). O mapa e seus componentes estão contidos em uma moldura ou quadro que limita até onde o usuário do mapa tátil encontrará informações para a leitura. O norte, padronizado como um elemento pontual composto de um ponto e uma linha, foi colocado no canto superior esquerdo para facilitar o posicionamento do mapa. Logo abaixo do norte, vem a escala na forma gráfica que apresenta apenas uma parte, que é suficiente para o entendimento da redução efetuada.

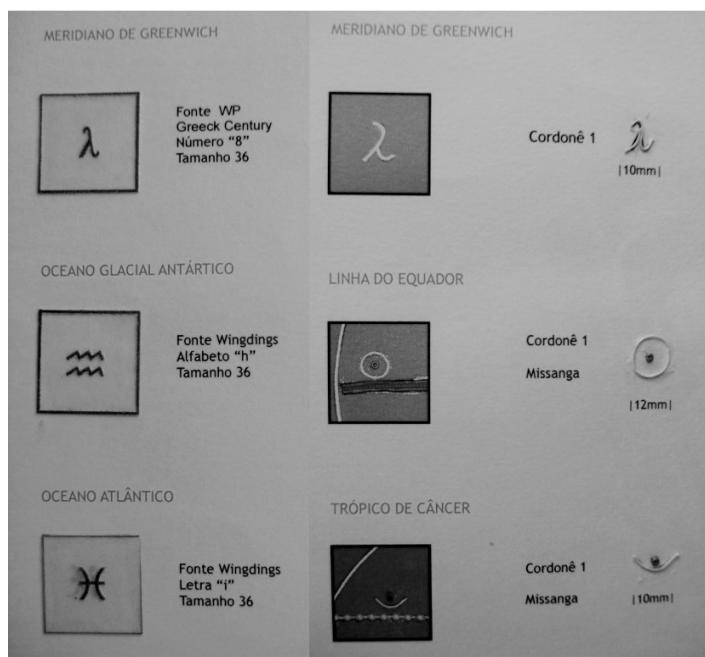


Figura 1. Parte de duas folhas do catálogo de símbolos padronizados para mapas táteis em escala pequena.

Fonte: Labtate (2008).



Figura 2. Modelo de layout para mapas táteis para a educação (o tamanho original da folha é de aproximadamente 24 x 34cm).

Ainda na Figura 2, o título do mapa em Braille ficará na outra caixa, no lado esquerdo dessa primeira. Todos esses componentes sempre estarão na parte superior da folha. Assim, o usuário do mapa o posiciona para leitura usando o norte, toma conhecimento da escala e fica sabendo qual assunto ou tema o mapa representa para depois explorá-lo. A legenda segue padrão semelhante, mas é confeccionada à parte, em folha separada. Em alguns casos, se a legenda e o título forem pequenos, eles poderão ficar juntos na mesma caixa, na folha do mapa.

Essa disposição dos elementos segue a forma mais ergonômica de leitura – a leitura de um texto na escrita de línguas ocidentais, e também na escrita em Braille, faz-se da esquerda para a direita e de cima para baixo. Além disso, facilita a exploração tátil, pois o deficiente visual primeiramente explora o todo, ou seja, os contornos da área mapeada; depois, com o auxílio da legenda, vai interpretando as partes: os elementos pontuais, os limites internos que constituem áreas e os elementos lineares, caso existam.

Na Figura 3 observamos o mapa político do Brasil, obtido em livro didático, que foi utilizado como base para gerar o respectivo mapa tátil, feito em papel microcapsulado e braillex. Olhando os mapas verifica-se de imediato que houve de fato a reconstrução do mapa considerando o usuário cego. Assinalamos a busca de proporcionar uma comunicação da informação cartográfica de forma que o usuário compreenda a realidade (ou parte selecionada na realidade) representada no mapa. Para tanto foram utilizados os padrões cartográficos propostos assim como uma generalização gráfica e conceitual capaz de alcançar a discriminação do tato na leitura do mapa.

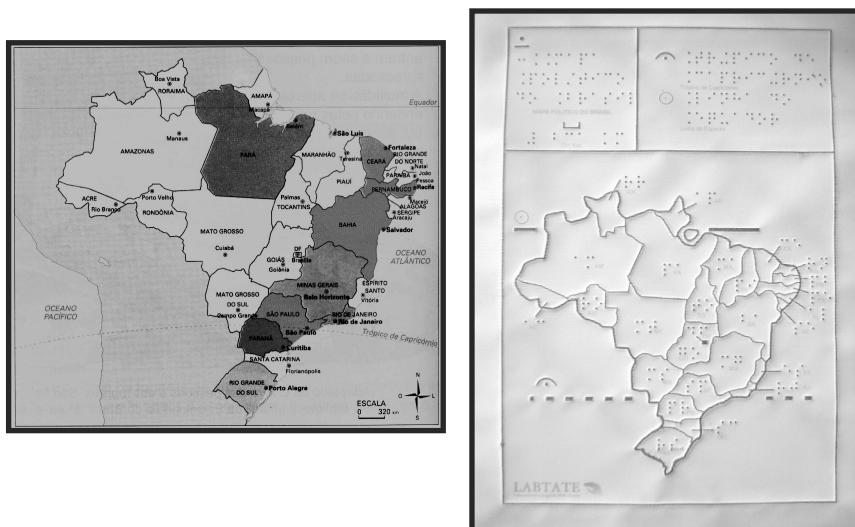


Figura 3. Mapa base e mapa tátil elaborado em papel microcapsulado em tamanho A4.

Considerações Finais

Os mapas, sob a ótica da comunicação cartográfica, são instrumentos de comunicação da informação espacial capazes de propiciar aos usuários uma imagem mental muito próxima da realidade. A comunicação cartográfica, compreendida como um processo indissociável da produção e do uso do mapa, quando aplicada para os mapas táteis, precisa levar em conta as peculiaridades inerentes ao grupo de usuários que irá utilizar esse veículo de informação espacial.

Com tal entendimento desenvolvemos uma pesquisa no Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, para propor padrões para mapas táteis. Reconhecemos que existem dificuldades para se propor simbologias padrões para mapas táteis; todavia, elas não devem desanistar nessa busca, pois constamos que a existência de padrões pode auxiliar tanto na confecção de mapas como no uso dos mapas táteis.

Também é importante frisar que autores de nível internacional têm proposto algumas simbologias para mapas táteis, mas, conforme aponta Ungar (2005), a maioria das publicações mostra propostas elaboradas considerando a estética e a visualização na cartografia. O referido autor aponta a necessidade de considerar o design de imagens táteis amparado em pesquisas sobre a percepção e cognição da informação tátil. Tal recomendação, igualmente defendida por educadores como Amiralian (2009) e Camargo e Nardi (2006), constitui-se premissa básica das pesquisas que vimos desenvolvendo no LabTATE.

Os padrões para simbologias e para o layout de mapas táteis, em parte comentados neste texto, mostram a preferência de deficientes visuais, congênitos ou não, que durante dois anos participaram da pesquisa que efetuamos. Eles têm idade entre 13 e 46 anos e diferentes graus de escolaridade; alguns têm visão residual, distinguem cores e movimento mas não conseguem ver detalhes ou ler. Outros são cegos.

Os mapas, atlas, globo e produção científica disponíveis no endereço eletrônico www.labtate.ufsc.br estão sendo utilizados no Brasil por educadores e por alguns Centros de Apoio Pedagógico ao Deficiente Visual para a produção de material didático tátil, por professores da rede pública de ensino que não dispõem de material adaptado e por estudantes universitários em suas pesquisas. O retorno positivo que temos recebido da comunidade nos motiva a continuar pesquisando tanto materiais e padrões para a produção de mapas táteis, como metodologias de ensino de mapas para deficientes visuais.

Enfatizamos que a padronização de mapas táteis é uma necessidade premente, uma vez que o processo de produção está distanciado do processo de consumo do mapa e as pessoas envolvidas não conhecem cartografia. Na questão do uso de mapas táteis pelo deficiente visual, observamos que os educadores envolvidos no processo de mediar o uso do mapa (na sua maioria), não sabem ler Braille e, além disso, nem sempre têm esse material didático disponível.

Por outro lado, reforçamos a necessidade de conhecer as limitações que a ausência do sentido da visão confere ao sujeito cego. As peculiaridades da leitura tátil e o entendimento de como pessoas cegas formam imagens mentais sobre o espaço ainda são pouco conhecidos pela maioria das pessoas e também pelos cartógrafos, principalmente quando o objeto em questão é o espaço geográfico. Pesquisas nesse sentido podem ser conduzidas e divulgadas para melhorar a comunicação da informação cartográfica nos mapas táteis.

Bibliografia

- Almeida, R. A. (2007). "A Cartografia tátil no ensino da geografia: teoria e prática", in Almeida, R. D. de (Org.), *Cartografia Escolar*, São Paulo, Contexto, pp. 119-144.
- Almeida, R. D.; Passini, E. Y. (2002). "O espaço geográfico: ensino e representação", São Paulo, Contexto.
- Almeida, L. C.; Nogueira, R. E. (2009). "Iniciação cartográfica de adultos invisuais", in Nogueira, R. E. (Org.), *Motivações hodiernas para ensinar geografia: representação do espaço para visuais e invisuais*, Florianópolis, Brasil, LabTATE/CNPq, pp. 107-129.
- Amick, N. e Corcoran, J. (1997). "Guidelines for the design of tactile graphics", American Printing House for the Blind.
- Amiralian, M. L. T. M. (2009). "Comunicação e participação ativa: a inclusão de pessoas com deficiência visual", in Amiralian, M. L. T. M. (Org.), *Deficiência Visual: perspectivas na contemporaneidade*, São Paulo, Votor, pp. 19-38.
- Bentzen, B. (1997). "Orientation aids", Welsh, R. L. (Org.), Foundation of Orientation and Mobility, New York, AFB Press.
- Bentzen, B. L. and Peck, A. F. (1979). "Factors affecting traceability of lines for tactile graphics", *Visual Impairment and Blindness*, sept., pp. 264-269.
- Board, C. (1983). "O desenvolvimento de conceitos de comunicação cartográfica", *Internacional Yearbook of Cartography*, [s.l: s.n.].
- Camargo, E. P. and Nardi, R. (2006). "Ensino de conceitos físicos de termologia para alunos com deficiência visual: dificuldades e alternativas encontradas por licenciandos para o planejamento de atividades", *Revista Brasileira de Educação Especial*, Marília, São Paulo, mai./ago., v.12, n. 2, pp. 149-168.
- Edman, P. K. (1992). "Tactile graphics", New York, American Foundation for the Blind.
- Eriksson, Y.; Jansson, G. e Strucel, M. (2003). "Tactile maps: guidelines for the production of maps for the visually impaired", *Enskede, Sweden: The Suednish Braille Authority*.
- Gardiner, A. e Perkins, C. (2003). "Best practice guidelines for the design, production and presentation of vacuum formed tactile maps", Disponível em: <http://www.tactility.co.uk/tactileguidelines/page1.htm>, Acesso em: abr.2004.

- Jacobson, D. (2007). "The future of tactile cartography: from static raised lines to multimodal dynamic portable computer interfaces", in *23º International Cartographic Conference*, Proceedings do International Cartographic Conference, Moscow, ICA.
- Kolacny, A. (1977). "Cartographic information – a fundamental concept and term in modern cartography", *Cartographica – The Nature of Cartographic Communication*, Suplement n. 1 to Canadian Cartographer, University of Toronto Press, Toronto, v. 14, pp. 39-45.
- LabTATE – Laboratório de Cartografia Tátil e Escolar (2008). "Acervos de imagens e mapas", Florianópolis, SC, Brasil.
- (Loch) Nogueira, R. E. (2008). "Mapas táctiles en Brasil: o proyecto LabTATE colaborando a la inclusión social", Castelanos, A. R. et al. (Org.) *Protótipos: lenguaje y representación en las personas ciegas*, Cádiz, Espanha, UCA, pp. 141-163.
- Maturana, H. (2001). "Cognição, ciência e vida cotidiana", Trad. Magro, C. e Paredes V. Belo Horizonte, Editora da UFMG.
- Nolan, C. Y. and Morris, J. E. (1971). "Improvement of tactial symbols for blind children: final report", Louisville: American Printing House for the Blind, Inc.
- Nogueira, R. E. (2009) "Mapas táteis padronizados e acessíveis na Web", *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, n. 43, ago, pp. 16-27.
- _____, R. E. (2010). "Elaboração de conceitos geográficos em estudantes com deficiência visual com o apoio da cartografia tátil", *Projeto de pesquisa* enviado ao CNPq, Brasil, 23 pp.
- Nuernberg, A. H. (2008). "Contribuições de Vigotski para a educação de pessoas com deficiência visual", *Psicologia em Estudo*, Maringá, Brasil, jun., v. 13, no. 2, pp. 307-316.
- Oka, C. M. (1999). "Mapas táteis são necessários?", in *Congresso Brasileiro de Educadores de Deficientes Visuais*, 9, Guarapari, Brasil, Anais... Guarapari, s.n., 1, CD-ROM.
- Rowel, J. (2007). "The end of tactile mapping or a new beginning: LBS for visually impaired people", in *23º International Cartographic Conference*, Proceedings do International Cartographic Conference, Moscow, ICA.
- Sassaki, R. (2003). "Terminologia sobre deficiência na era da inclusão", Vivarta V. (Org.), *Midia e Deficiência*, Brasília, Brasil: Andi/Fundação Banco do Brasil, pp. 160-165.
- Escanilla, A. C. Silva, F. P. (2005). "Tactile cartigraphy of Latin America: evaluation and perspectives", in *22º International Cartographic Conference*, Proceedings do International Cartographic Conference, La Corunã, ICA.
- Simielli M. H. R. (1986). "O mapa como meio de comunicação", tese Doutorado, FFLCH-USP, São Paulo, Brasil.

- Ungar, S. *et al.* (2005). “Tactualization of spatial information:twards a perceptual-cognitive approach to tactile map design”, in *22º International Cartographic Conference*, Proceedings do International Cartographic Conference, La Corunã, ICA.
- Ventorini, S. E. (2007). “A experiência como fator determinante na representação espacial do deficiente visual”, Dissertação, Curso de Pós-Graduação em Geografia da UNESP, Rio Claro, Brasil.
- Vasconcelos, R. (1993). “Cartografia tâtil e o deficiente visual: uma avaliação das etapas de produção e uso do mapa”, tese Doutorado FFLCH-USP, São Paulo, Brasil.
- _____, R. (1996). “Tactile Mapping Design and Visually Impaired User”, *Cartographic Design – Theoretical and practical perspectives*, Chichester, John Wiley and Sons.

Cartographic Representation of the Results of the Different Phases of a Seismic Hazard Assessment in Central America

Yolanda Torres Fernández*

Resumen

Centroamérica se caracteriza por tener una alta sismicidad dada su tectónica y su cercanía a límites convergentes de placas, lo que ha generado terremotos destructivos a lo largo de su historia. Con el fin de conocer más profundamente este aspecto de la zona, se está llevando a cabo el proyecto cooperativo RESIS II, financiado por los gobiernos de Noruega y España, que está destinado a evaluar la amenaza y el riesgo sísmicos de la región centroamericana.

Los resultados obtenidos se utilizarán para revisar y mejorar las normativas de construcción sismorresistente actualmente vigentes en los países centroamericanos, lo que hará posible un diseño y construcción más seguros, y ayudarán a las autoridades en la toma de decisiones para prevenir posibles catástrofes.

El proceso de Evaluación Probabilista de la Amenaza Sísmica (por sus siglas en inglés PSHA) se realiza siguiendo varias fases de cálculo, de forma que los resultados obtenidos en una etapa son datos de entrada para la siguiente. En ocasiones, estos resultados parciales han de ser representados cartográficamente para facilitar su interpretación por parte de los investigadores, lo que les permite ahorrar tiempo en los análisis de datos y favorece el consenso entre ellos. De ahí la importancia de la simbolización, tarea que debe desempeñar un cartógrafo. Asimismo, hay que dedicar especial atención al diseño cartográfico de los mapas de resultados finales del estudio de amenaza sísmica, pues hay que hacer llegar toda la información a las personas interesadas (comunidad científica, administraciones estatales, autoridades...).

Dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG) implementado para este estudio, se han confeccionado cinco tipos de mapas: los mapas de epicentros, el

* Technical University of Madrid (UPM), E.T.S.I., Topografía, Geodesia y Cartografía, Ctra. Valencia, km 7.5. C.P. 28031, Madrid, Spain, correos electrónicos: y.torres@upm; yto-res@topografia.upm.es

mapa de tectónica, los mapas de zonificaciones, los de sismicidad histórica y los mapas de amenaza sísmica. Para elaborar cada categoría se han tomado las determinaciones oportunas enfocadas a transmitir de forma objetiva la información que los datos representados estaban aportando.

Con este proyecto se ha conseguido elaborar una colección de 44 mapas temáticos que se han publicado en el libro *Amenaza Sísmica en América Central* (Benito *et al.*, 2010), junto con el informe del estudio, y en un visualizador web creado al afecto: VISOR-RESISII.

Estos mapas se han utilizado para comparar el resultado obtenido con el de otros estudios anteriores de cálculo de la amenaza sísmica en Centroamérica, lo que permite un rápido análisis comparativo a priori, al hacerse de forma gráfica, que se puede reforzar consultando posteriormente las tablas asociadas. Asimismo, facilita el estudio de la distribución de esta variable, que sería mucho más complejo si en lugar de leer un mapa sólo se dispusiera de datos alfanuméricos. Por otro lado, estos mapas servirán de base para comenzar otros estudios posteriores de riesgo sísmico, de amenaza por deslizamiento de laderas inducidos por terremotos, de mejora de la estimación de la amenaza sísmica incluyendo datos tectónicos de fallas, etc.

Palabras clave: *Sistema de Información Geográfica, mapas de peligrosidad, simbolización, amenaza sísmica, América Central.*

Abstract

Central America is characterised by a high seismic activity due to its tectonic setting, controlled by its location in the vicinity of a convergent plate margin. This situation has generated numerous destructive earthquakes in this region in the past. In order to understand this aspect more deeply, the cooperative project RESIS II for regional and national seismic hazard and risk assessments financed by the Norwegian and Spanish governments, is been carried out.

The obtained results will be used to revise and improve the earthquake-resistant laws of the respective countries, making it possible to design and construct more safely and helping authorities in decision making for prevention of possible catastrophes.

The process of a Probabilistic Seismic Hazard Assessment (PSHA) is sequential, so the outcome of one phase of the study is the input for the following one. Occasionally, these partial results need to be mapped in order to facilitate the interpretation, thereby saving data analysis time and favouring reaching consensus among the different researchers involved in the study. Hence, the importance of the symbolization, that must be accomplished by a cartographer. Moreover, special attention must be paid to the cartographic design of the maps containing the final results, because the information must reach every concerned person (scientific community, national administrations, authorities...).

Within the Geographic Information System (GIS) implemented for this research, five themes have been mapped: earthquake epicentres, tectonics, seismogenic zonation, historical seismicity and seismic hazard. In order to elaborate each category, the appropriate determinations have been taken to transmit objectively the information given by the represented data.

A total of 44 thematic maps have been elaborated within this project and published in the book *Amenaza Sísmica en América Central* (Benito *et al.*, 2010), together with the report of this research, and in a web visualizer created for this purpose: VISOR-RESISII.¹

These maps have been used by the authors for comparison with earlier hazard maps for Central America. Thanks to the graphic representations, the preliminary comparative analysis is relatively rapid and can be complemented by querying the related tables. At the same time, it facilitates the study of the distribution of this variable, which would be much more complex if only alphanumeric data were available instead of maps. Furthermore, these maps will be the basis for future seismic risk analyses, earthquake-triggered landslides hazard studies, a new seismic hazard assessment including faults data, etc.

Key word: *Geographic Information System, Hazard Maps, Symbolization, Seismic Hazard, Central America.*

Introduction

RESIS II (Earthquake Risk Reduction in Guatemala, El Salvador and Nicaragua, with regional cooperation to Honduras, Costa Rica and Panama) is a project which aims to continue the sequence of cooperative projects that the Norwegian geo-scientific research foundation NORSAR (NORwegian Seismic ARray) has with Central America. This sequence of cooperation started with RESIS I, in the “International Decade for Natural Disasters Reduction”, stated by the UN from 1990 till 2000. This originated the Coordination Centre for Natural Disasters Prevention in Central America (CEPREDENAC), and through it, the Norwegian Agency for Development Cooperation (NORAD) funded the RESIS I Project. During its implementation, contacts among the researchers from all the involved countries were established and the data required to calculate the seismic hazard, the vulnerability distribution and the seismic risk in the different countries of the area (which are the goals of the RESIS projects) were collected.

RESIS II is currently being carried out, from 2007 till 2010. The first phase concluded with the estimation of the seismic hazard in Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica and Panama. The final goal in this first phase is to review, to modify or even to create (if necessary) the seismic codes of these coun-

¹ VISOR-RESISII: <http://138.100.63.147/resisii/>

tries, in such a way that the achieved results will be used in the regulation of buildings construction by the local authorities and institutions.

In this article, the maps elaborated throughout the probabilistic seismic hazard assessment in Central America are described, trying to explain the role played by cartography in such projects. Firstly, the principles of the applied methodology are briefly explained in order to make the thematic maps more readable. Then, the GIS created to support the project is described and the maps are detailed, indicating their purpose, the cartographic technique applied in designing them, the number of maps elaborated, the visualization mean, the scale, the reference system and the cartographic projection.

Seismic Hazard Study in Central America

Seismotectonics

The Central American region is located at the Western extreme of the Caribbean Plate, which borders to the north with the North-American Plate creating the strike-slip Chixoy-Polochic-Chamalecón fault zone. To the South, it bounds with the South-American Plate forming the Atrato's Suture, to the South-East with the Nazca Plate and to the East with the Coco's, generating a convergence limit where the Caribbean Plate rides over the Coco's Plate. Between this one and the Nazca Plate is the Panama Fracture Zone. The relative movements along these plate boundaries range from 2 to 9 cm/year along strike. All of them are represented in Figure 4, together with other intraplate structures of interest.

Seismotectonics, with volcanic activity, are responsible for the high seismicity in Central America. In the last 500 years, numerous earthquakes took place with magnitudes ranging between 5 and 8. In order to alleviate the impact of future catastrophes, these studies are carried out, which affects the methods used in construction.

Antecedents

The first seismic hazard studies in Central America were done at a national scale in the mid 1970s at John Blume Earthquake Engineering Center laboratories, at Stanford University (California), motivated by the 1972 Managua Earthquake and the 1976 Guatemala Earthquake.

Several research projects have been developed in the different countries. However, few of them have been done at a regional scale, including Grases (1975), Hattori (1979), Rojas *et al.* (1993), Shedlock (1999), Chen *et al.* (2002) and Tanner and Shedlock (2004) (the last one being funded by the Pan American Institute of Geography and History in 1997).

Methodology

The methodology used for this new seismic hazard study in Central America is in accordance with the state of the art and follows the PSHA method (Probabilistic Seismic Hazard Assessment), which includes elements such as the logic tree and the experts judgment to consider several calculation options and to quantify the associated uncertainties.

The seismic hazard in a particular area is defined as the probability of exceedance of a certain ground motion as a result of the action of earthquakes within the influence area for a predetermined time span (Schenk, 1989). According to this definition, the *hazard* is a probabilistic concept in which the ground shaking level, considered as a potential threat within that period, must be specified. To depict this movement, cinematic parameters —such as acceleration, velocity or displacement— are considered. This hazard is frequently expressed as the annual probability of exceedance of a ground motion parameter. The inverse of the exceedance probability in a time t is the Return Period (RP).

Figure 1 illustrates the process of seismic hazard calculation in a given region according to a probabilistic method. It can be remarked how starting with a seismic catalogue and the tectonics, different seismogenic zones can be defined (areas where the earthquake occurrence rate and the magnitude distribution are homogeneous—assuming seismicity follows the *Poisson* model and that all parts of a given zone has an equivalent seismic potential). From the seismic parameters given for

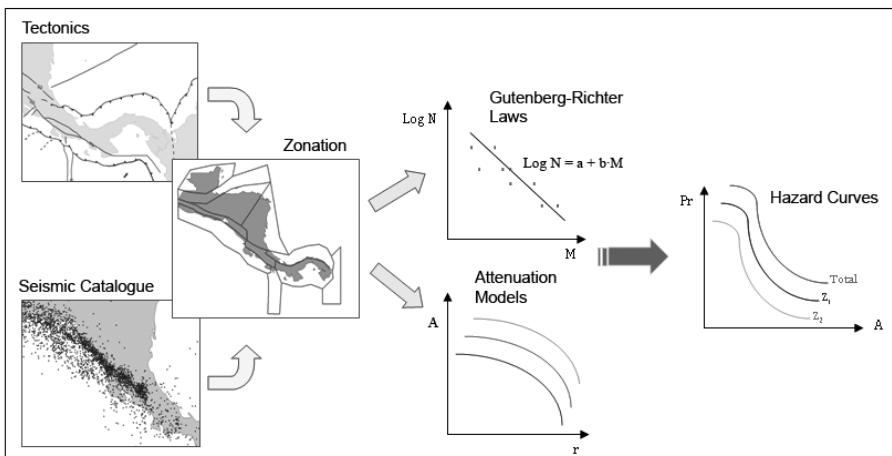


Figure 1. Seismic hazard assessment phases following a probabilistic calculation method (Source: modified from Benito and Jiménez, 1999).

every seimogenic zone, the Gutenberg-Richter recurrence laws are estimated, and then, it is decided which attenuation model is the most appropriated according to the characteristics of the zone. These data are used to calculate the hazard curves, relating a ground motion level (given in terms of acceleration, velocity or displacement) to the probability of being exceeded in a given period.

In the RESIS-II project, the results of the probabilistic seismic hazard assessment have been given in terms of Peak Ground Acceleration (PGA) and 0.2 and 1 second Spectral Accelerations [SA (0.2) y SA(1), respectively] on rock conditions. These values have been calculated in a grid (equally-spaced nodes in 0.1° of longitude and latitude) covering the whole study area.

The Geographic Information System

The GIS has been designed and implemented to give support to certain phases of the seismic hazard assessment process in RESIS-II. The software used in this study to integrate and analyze the information as well as to map it, has been ArcGIS 9.2 by ESRI, since include an array of features to facilitate the representation of spatial data, although is not built exclusively for data representation (ESRI, 2005).

Since this is a cooperative project of great magnitude involving several countries, the authors of the study collected a great deal of information coming from different sources in diverse formats: text files, databases with a broad alphanumeric content, paper maps elaborated on different dates and reference systems, etc. The GIS has been useful in processes such as coordinate transformations between different geodesic reference systems, georeferentiation, digitization, geometric and database edition, etc., which have been necessary in order to homogenize and to integrate the different inputs.

The result of these tasks has been a large spatial database containing all the information under the same reference framework and that has been the starting point of the seismic hazard assessment.

With the purpose of helping the GIS development, and the study *per se*, an UML (Unified Modeling Language) conceptual model has been designed. This, together with the metadata, easily created within the GIS, has improved the information exchange between the working group members, which have generally worked in different countries and sometimes with different tools.

Furthermore, within the GIS, all maps have been mapped, since it has allowed integrating the base map elements, obtained from several Spatial Data Infrastructures (SDI), with the thematic content (partial and final results of the study phases).

Finally, a web visualizer (VISOR-RESISII) has been implemented, where maps elaborated in this study are shown. Behind the cartographic representation is the spatial database created and depurated in this work, made up of seismologic and

tectonic data of the Central American region. This allows the interested users from all over the world to access the information.

The Cartography

In this section, the maps generated in the different phases of the probabilistic seismic hazard assessment in Central America are classified and described. Most mapped themes in this project have been represented both at a national (1/1,800,000 to 1/5,000,000) and a regional (1/12,500,000 to 1/17,500,000) scale. The variables represented in the regional maps do not present discontinuities at the boundaries.

The maps of epicenters, tectonics and seismogenic zonation are representing partial results. Since these maps have been inputs for subsequent study steps, its cartographic representation has facilitated interpretation tasks, conclusions drawing and decisions making, helping researchers to reach consensus.

The maps of historical seismicity and seismic hazard represent the final results. The last ones will be used in reviewing seismic codes of the countries that have taken part in the study.

Maps authors have been the authors of the study, and the cartographer has been a specialist in cartographic design. The maps end-users will be mainly professional users, such as Civil Protection managers, responsible for urban planning, architects, civil engineers, insurance companies and other stakeholders, especially from the Central American region.

During the cartographic process, some decisions have been made related to all maps or to maps with a certain theme.

The next are common decisions for all maps:

- Reference System: WGS-84
- Cartographic Projection: UTM (spindles 15-16-17 N)
- To include in the base map -besides the boundaries and toponyms- tectonics, relief, and bathymetry, what reinforces the reading of the variable (seismic hazard) distribution, since the seismicity is associated to the volcanic chain and the tectonic structures.

The particular decisions made for each thematic map are the following:

- The scale
- The cartographic representation technique
- The mean of visualization
- Interval breaks and the color range or value, in case of a continuous variable
- The base map elements and the toponyms included in the maps
- How to classify maps depending on the variable influencing hazard:

- Catalogued earthquakes depth
- Ground-motion parameter
- Return periods

A summary of some of them is given in Table 1; however, they are more detailed in the description of each thematic map.

Table 1
Particular decisions made for each thematic map

<i>Theme charted</i>	<i>Mean of visualization</i>	<i>Scale</i>	<i>Symbology</i>	<i>Visual Variable</i>	<i>Nº of maps</i>
Epicenters	Paper/web visualizer	Regional	Circle/sphere	Position	3
Tectonics	Paper	Regional	Geology conventions	Position	1
Zonations	Paper	Regional	Polygons with transparency	Position	6
Historical Seismicity	Paper	Regional and national	Circle	Position, size and color value	7
Seismic Hazard	Paper/web visualizer	Regional and national	Intervals/isolines combined with color value continuous variation	Position and color value	27

Epicenters Maps

The seismic catalogue devised in the study is made up by almost 30,000 earthquakes with a magnitude greater than 3.5 in the whole region from 1,522 till 2007.

The records have been classified in three tectonic settings according to their depth: crustal (until 25 km), interface subduction (25-60 km) and inslab subduction (more than 60 km).

Three maps have been generated representing the epicenters of each tectonic setting at a regional scale. Figure 2 shows a composition of these maps, used by the authors as inputs to define seismogenic zonations. For the cartographer, it was not interesting enough to publish them at a small scale, as the great deal of data to be represented would only allow seeing their distribution, impeding to see other data attributes like magnitude or depth. That is why the epicenters are only shown within the VISOR-RESISII, where the cartographic design is special. For instance, thanks to the zoom, the symbolization does not depend on a fixed scale (the earthquakes symbols are spheres that broaden when are selected). Besides, the maps are interactive, therefore users can make queries to the data base according to date, magnitude and/or depth criteria. Interactivity may also help if users are overwhelmed by the complexity of a visualization (Cliburn *et al.*, 2002).

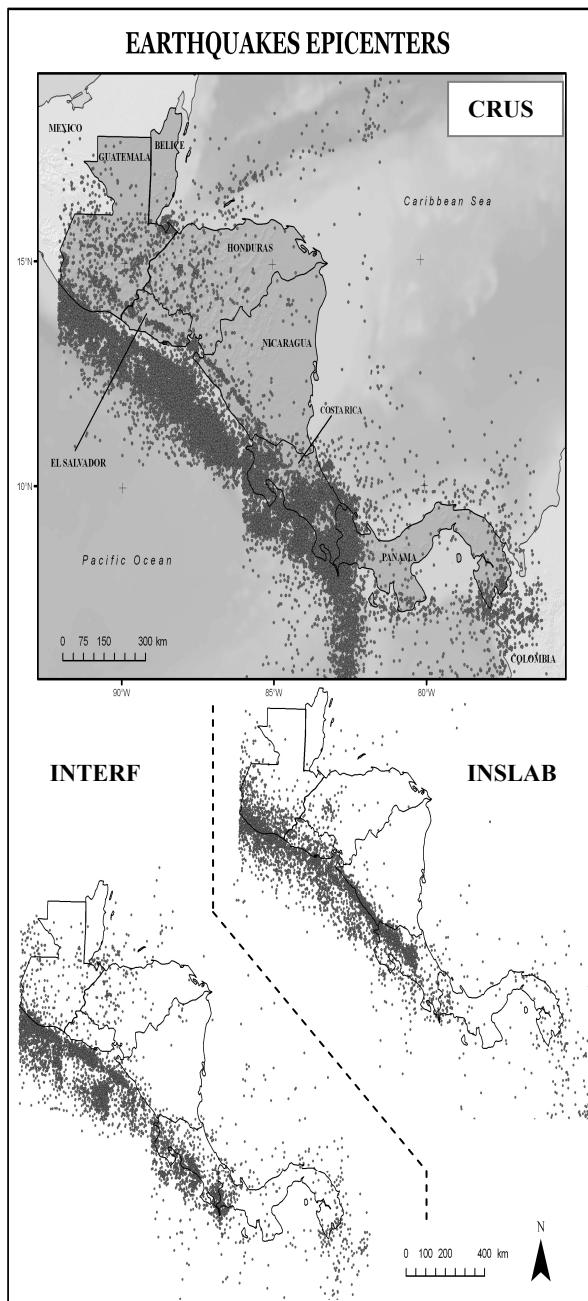


Figure 2. Epicenters classified by depth.

Figure 3 shows an example where only the earthquakes matching the query criteria are represented. When the user clicks one of them, all its attributes are shown: date, time, magnitude, coordinates, and the agency which registered it.

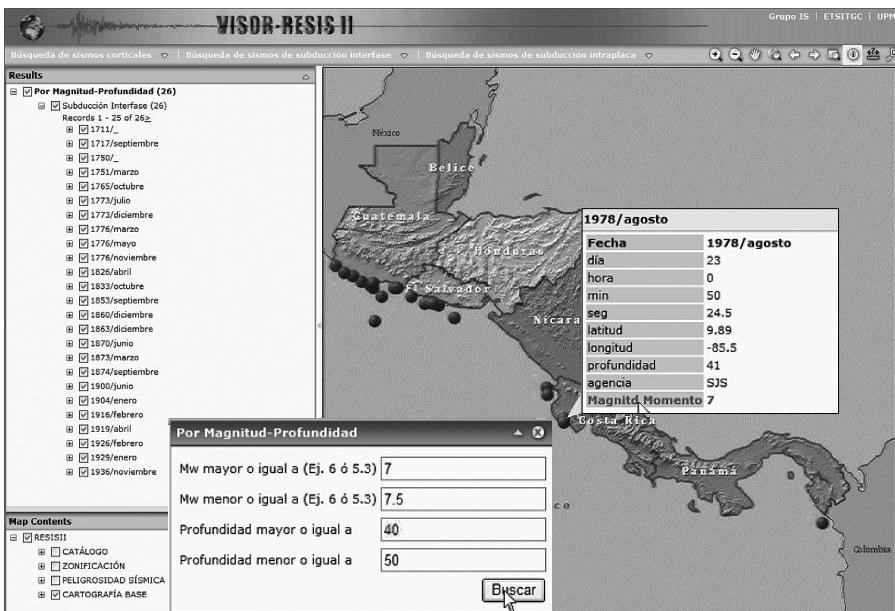


Figure 3. VISOR-RESISII view.

Tectonics map

Figure 4 shows the regional tectonics map of Central America. This map's purpose is to represent the seismotectonic context in the studied area, making it easier to understand where and why earthquakes occur. Geology conventions are applied when symbolizing the data in order to facilitate the thematic content interpretation.

As tectonic structures have their own toponymy, only the names of the countries have been included in the base map to avoid the final map becomes incomprehensible. Some tectonics names were too long as to be included on the map, thus their acronyms have been used.

Seismogenic Zonations Maps

In order to define the seismogenic zones, the authors needed to overlap the earthquakes epicenters and the tectonics, as well as the countries' boundaries, because their drawing had to take into account these three factors. In this step of the study, the GIS has been very useful since it has allowed to easily carry out this task.

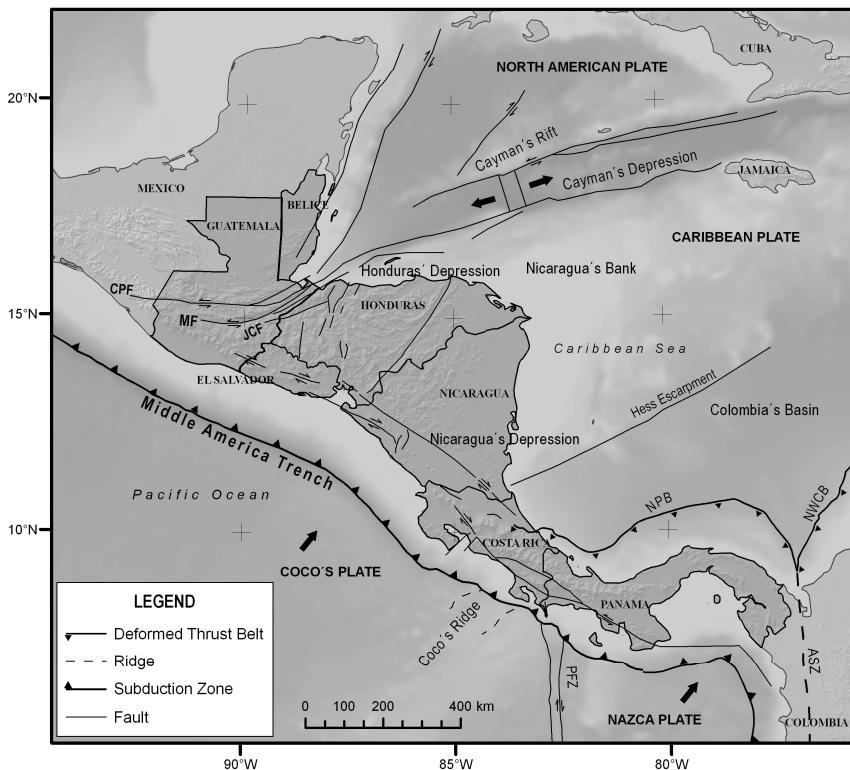


Figure 4. Central America Tectonics Map. Acronyms: CPF: Chixoy-Polochic Fault; MF: Motagua Fault; JCF: Jocotán-Chamalecón Fault; NPB: North Panama's Belt; NWCB: Northwestern Colombia's Belt; PFZ: Panama Fracture Zone; ASZ: Atrato's Suture Zone.

Two seismogenic zonations have been defined, one in a regional scale, and out of it, a national one; therefore, seismogenic zones geometrically fit. Furthermore, three zonations were made out at each scale, one for every defined tectonic setting. All of them have been mapped (at regional scale), what give a total of six maps. In order to illustrate how the zones limits are reflecting different tectonics structures and seismicity distributions, the regional zonation has been mapped together with the tectonics, and the national one, with the epicenters (Figure 5).

The most important information to be represented on these maps are the seismogenic zones, thus not only their limits have been represented, but the polygons have been filled. However, to avoid hiding the base map, a transparency has been employed. Every zone has a name that has been labeled on the map, but tectonic toponyms are not included to make the maps as clear as possible.

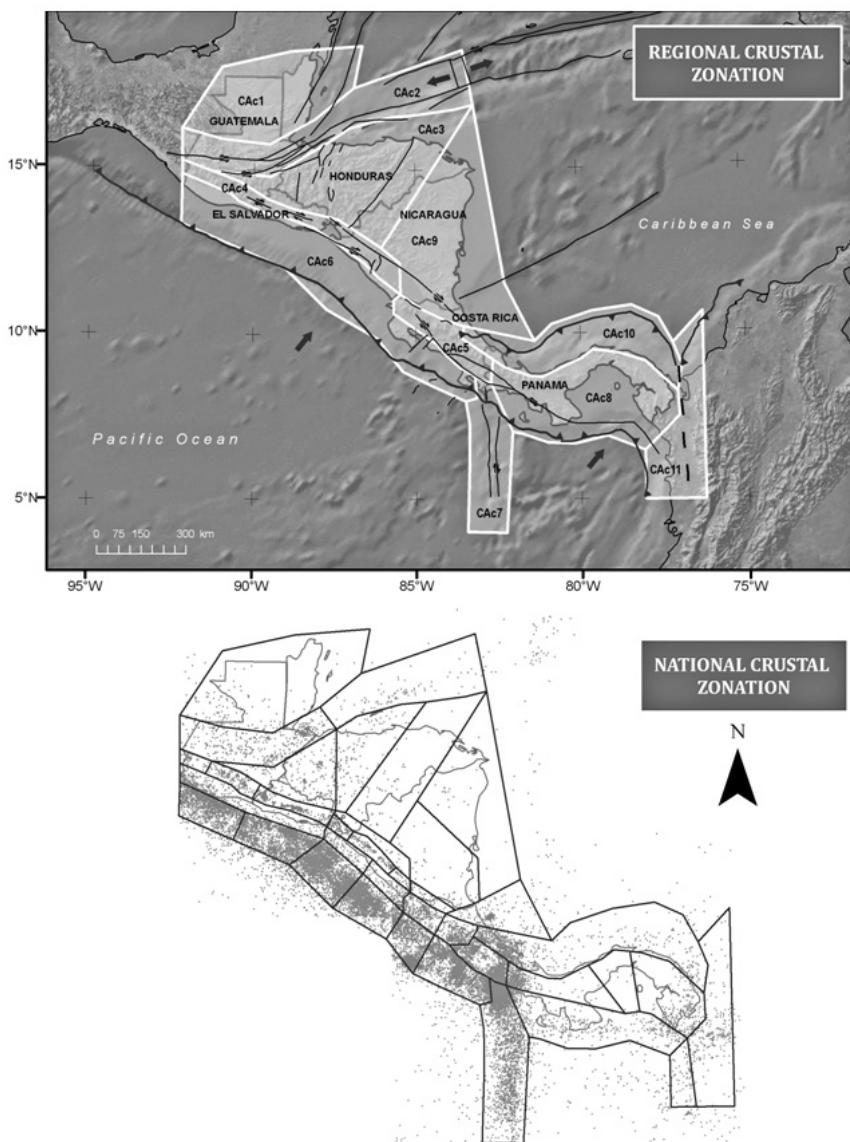


Figure 5. Regional and national crustal zonations.

Specifically for this theme, a satellite image has been used on the base map. It has been downloaded from the NASA Earth Observatory web site. This image has not been used on the other thematic maps because its resolution was insufficient for their scales (the zonation maps scales are the smallest of this map collection).

Historical Seismicity Maps

Using the collected seismological information, the authors have made a historical seismicity catalogue with the most destructive events. Historical seismicity maps have been produced with the purpose of showing where they occurred. In this case, the number of earthquakes is much smaller than in the epicenters map, so it has been possible to symbolize the data in a way that the users can read their magnitude and depth, apart from the earthquake's location.

To represent the variable depth, the visual variable *color value* has been used, despite it is a quantitative variable and the *size* would have been more adequate. Nevertheless, this visual variable has been reserved to be used with the earthquake magnitude (quantitative as well, but best related to the symbol size since it informs about the event size), assuming that it would be reasonable that the user understands that a bigger symbol represents a bigger earthquake, and vice versa. This is less intuitive when the variable is the depth.

Seven historical seismicity maps have been mapped. One of them was done at regional scale, for the authors to see the variable distribution in the whole region. Nevertheless, the map reading was complicated. This is the reason why the data were also represented at national scales, yielding six more detailed maps. Figure 6 shows the regional map and how the data become more readable at national scales, with the Costa Rica and El Salvador examples.

Seismic Hazard Maps

As it was mentioned above, the result of the seismic hazard is a grid of points (vectorial), where a spectral acceleration value has been estimated. In the GIS, this discrete information has been interpolated (krigging) to be transformed into a continuum (raster). The computation grid resolutions, selected taking into account the final maps scales and the GIS processing time, have been 3,000m (regional extent) and 550m (national extent)

The maps designed with this theme have been classified according to the factors influencing seismic hazard: the return period and the ground motion parameter. A total of 27 seismic hazard maps have been elaborated, 9 (3 at regional and 6 at national scale) for each return period, as Table 2 details (the study has been done for three RP: 500, 1,000 and 2,500 years).

The variable has been symbolized using class intervals, since its spatial distribution is continuous, providing a better reading of the represented parameters. The authors demanded the same number of intervals for all maps, in order to homogenize the collection. It was considered that seven would be an appropriate number of intervals for both, the highest and the lowest values range. Besides, it was complicated to create a color pattern graded in more than seven hues that the reader could unmistakably distinguish.

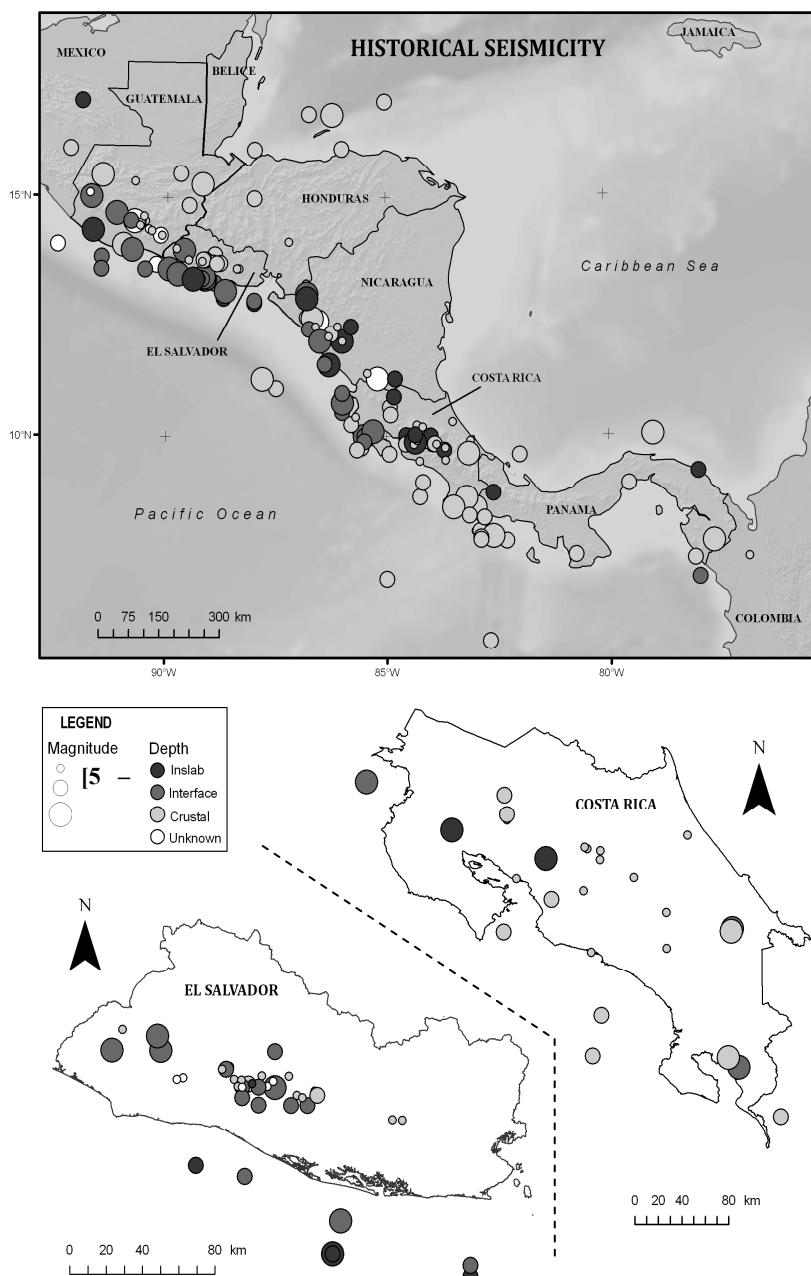


Figure 6. Historical Seismicity. Representation at regional and national scales (Costa Rica and El Salvador national examples).

Table 2
Seismic Hazard Maps Classification for every Return Period

<i>Scale</i>	<i>Ground Motion Parameter</i>	<i>No. of maps</i>
Regional	PGA	
	SA (2.0 s)	3
	SA (1 s)	
National	PGA	6 (one per country)

Figure 7 is a composition of the seismic hazard maps in a regional scale, where the PGA, the SA (0.2) and the SA (1) on rock conditions can be seen, for a 500-year return period. As can be observed in this Figure, the class intervals size is not regular since the cartographer has defined them manually to give a greater detail of the areas with more and less variation of the parameter. It is notable the great difference between the higher value reached by the acceleration for the 0.2 s period and for 0s or 1s.

In Figure 8, the seismic hazard in Panama is shown as an example of a national scale map, in terms of PGA on rock conditions for the three considered return periods. It is remarkable to see how acceleration increases simultaneously with the return period. The national scale makes it possible to include the most important cities names on the base map, complementing the toponomy, what helps the map reader to locate the mapped variable.

A second option to the symbolization of the national maps has been tried out: applying a color value continuous variation, without any intervals whatsoever, and drawing labeled isolines. In this way, a more detailed reading is achieved, since there is not the same color value between two consecutive isolines, but a progression of it, what make it possible to read the parameter variation. In Figure 8, an example for Panama for a 2500-year RP can be seen with this representation, which could probably do not even need legend as the labeled isolines and the color gradient allow the map reading.

The acceleration value in each point of the studied area can be obtained by consulting the VISOR-RESISII in the same way than it was explained with the epicenters map already mentioned.

Conclusions

A collection made up of 44 maps has been generated in the different phases of the seismic hazard assessment study in Central America. These maps have been useful for the study authors (in decision making and results analyses) and are being used by other specialists and local authorities (in the next RESIS-II phase). Table 1 summarizes main characteristics of the maps.

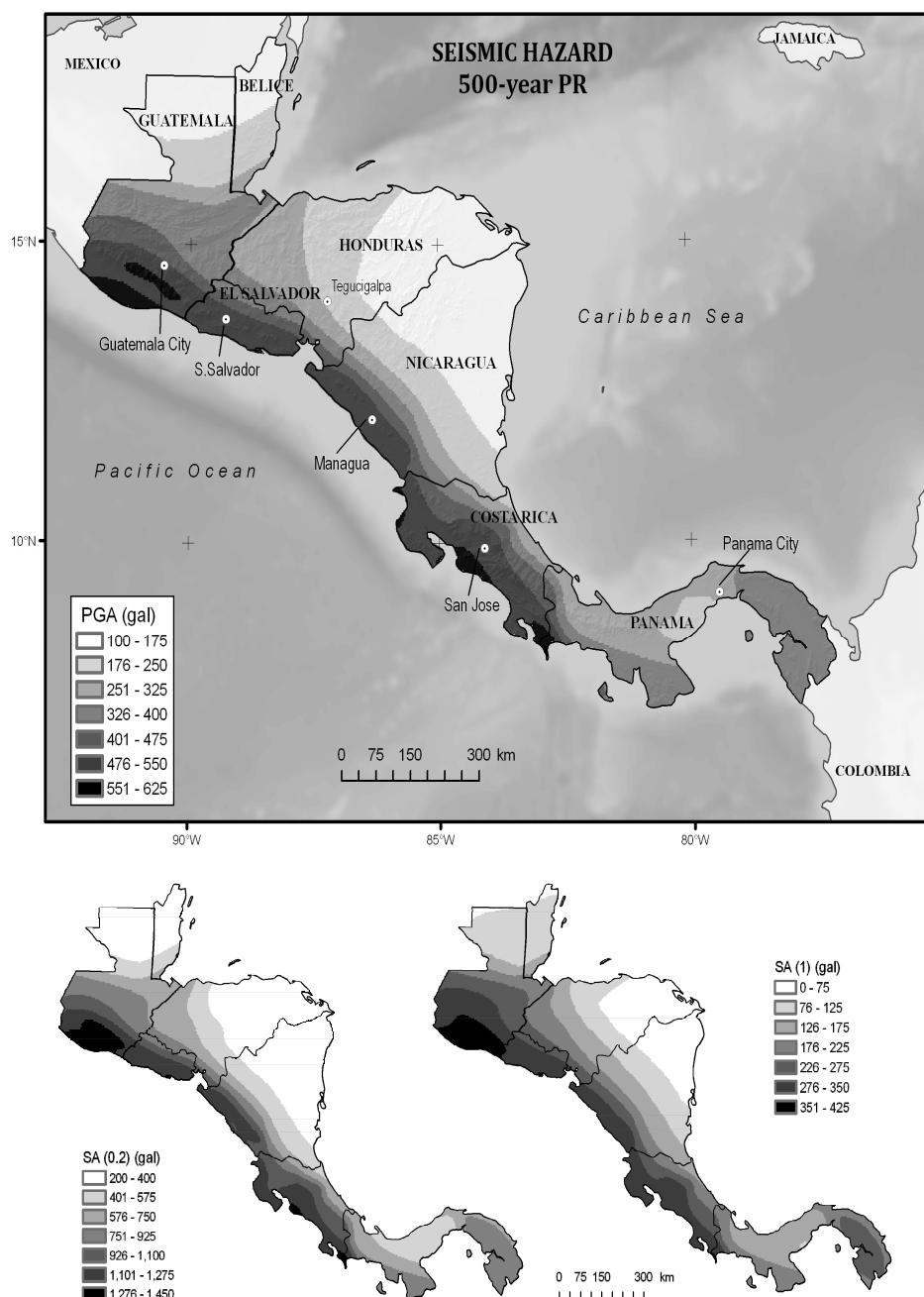


Figure 7. Seismic hazard in terms of PGA, SA(0,2) y SA(1) for a 500-year RP.

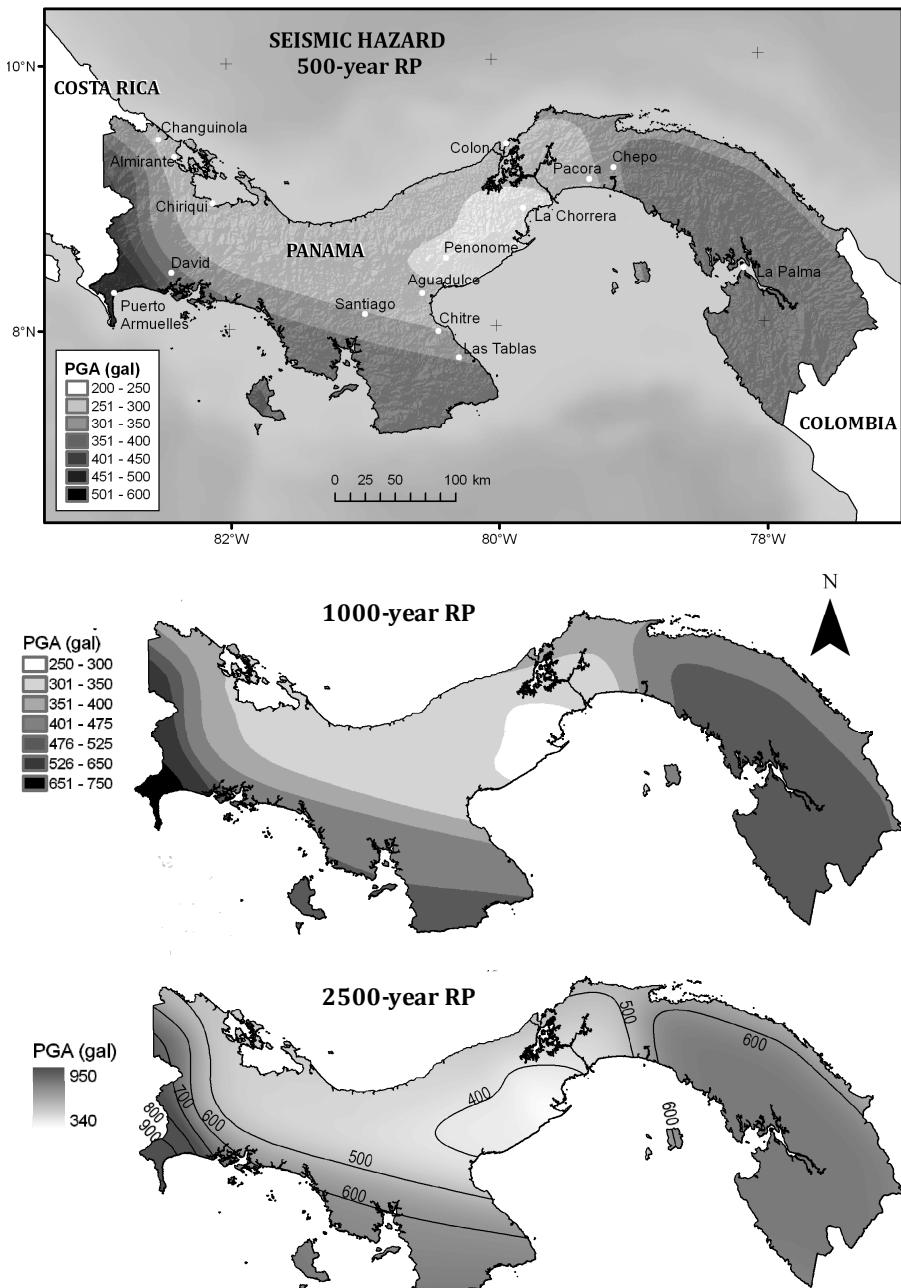


Figure 8. Seismic hazard in Panama in terms of PGA, for 500-, 1,000- and 2,500 –year RP.

One of the most common problems found in the development of a complete study (or some of its phases) that requires analyzing geographic information or representing the results cartographically, is to gather these spatial data. Such was the case of the RESIS project, which started with a hard phase dedicated to this task, where the authors were collecting and/or preparing information for the seismic hazard study. At present, Spatial Data Infrastructures are trying to solve this problem.

The use of satellite images as base map (as well as orthophotographs) is currently extended since they are easily accessible (through the internet, from specialized institutions and without charge) and the resulting maps are satisfactory.

The significance of Geographic Information Systems and visualization for studies related to diverse fields, such as natural environment, industry, climatic change, natural hazards and risks, etc, is increasing, as they are spatially distributed matters (Fedra, 1998). This situation presents two aspects: the fact that the GIS is been used more frequently is an evidence (and a consequence) of its effectiveness as spatial data managing tool; and that it allows people without adequate formation to deal with geo-information and to elaborate maps (occasionally, they are seeking esthetical documents instead of accurate maps). When a specialist is managing spatial data, is able to exploit them as much as possible and, as the expert has the knowledge to adequately develop the cartography process (considering all possibilities and making reasoned decisions), maps can be done, not only nice, but also correct. This is the key to design maps that can quickly convey a great deal of encoded information. During this study development, the cartographer's role has been very important when results had to be mapped, because a correct symbolization avoids erroneous data interpretation and facilitates analyses.

The web visualizer has turned out to be a great tool for disseminating the study results and the maps, as it can be handily used from everywhere. It is already prepared to implement the results of the next RESIS II phase (the seismic risk assessment at local scales). The maps designed for the visualizer are quite different than the paper maps. For instance, the layers have to be simpler than a complete map (with the aim to save screen refreshing time) but the designer is required to create layers with different resolutions to be showed as the user zooms-in.

From the cartographer point of view, this cooperative project, which involves several researchers from different countries, has been an enriching experience due to its multidisciplinary character. It has been interesting to deal with scientist about the interpretation of the mapped results. In the field of natural hazards and risks it is frequent to use the traffic light criterion to represent in a green-yellow-red color range the low-moderate-high hazard or risk level, respectively. Special attention was paid to this topic, since *color* strongly influences the hazard perception (Wogalter *et al.*, 2002; Soldat and Sinclair, 2001). When designing this map collec-

tion, the cartographer advised not to adopt this representation because it is not trivial to create such a color range without making any technical mistake (e.g. to use the darkest green to represent the lowest hazard or risk level). Consequently, instead of the traffic light criterion to chart the seismic hazard, a two color graded pattern has been used on the maps published in Benito *et al.* (2010) facilitating the maps design and reading.

In this project, it has been proved that the interaction between scientists, cartographers, and map end-users from different countries, and an adequate treatment of the information by all parties is positive for the work development, seriously improving the results and their dissemination.

Acknowledgements

The author gratefully acknowledges the support and the contributions from the Earthquake Engineering Group members (UPM).

Referencias

- Benito, B., Camacho, E., Climent, A., Marroquín, G., Molina, E., Rojas, W., Talavera, E., Escobar, J.J., Alvarado, G., Torres, Y. and Pérez-Escalante, M., (2010). *Amenaza Sísmica en América Central*, Co-edited by Entimema, B. Benito and Y. Torres, Madrid, Spain, 371 pp.
- Benito, M.B. and Jiménez, M.E. (1999). “Peligrosidad Sísmica”, en *Ingeniería sísmica*, edited by M. B. Benito, D. Muñoz, *Física de la Tierra*, vol. 11, pp. 13-47.
- Chen, Y., Ling C., Güendel, F., Kulhanek, O. y Juan, L. (2002). “Seismic hazard and loss estimation for Central America”, *Natural Hazards*, vol. 25, pp. 161-175.
- Cliburn, D.C., Feddema, J.J., Miller, J.R. and Slocum., T.A. (2002). “Design and evaluation of a decision support system in a water balance application”, *Computers & Graphics* (UK), vol. 26, pp. 931-949.
- ESRI (2005). *A GIS Includes an Intelligent Map and Other Views*, Retrieved June, 2005, from <http://www.esri.com/software/arcgis/concepts/geovisualization.html>
- Fedra, K. (1998). “Integrated risk assessment and management overview and state of the art”, *Journal of Hazardous Materials* vol. 6, pp. 5-22.
- Grases, J. (1975). *Sismicidad de la región asociada a la Cadena Volcánica Centroamericana del Cuaternario*, OEA-UCV, 106 pp.
- Hattori, S. (1979). “Seismic risk maps in the world (maximum acceleration and maximum particle velocity) II-Balkan, Middle East, Southeast Asia, Central America, South America and others”, *Bulletin of the International Institute of Seismology and Earthquake Engineering*, vol. 17, pp. 33-96.

- Rojas, W., Cowan, H., Lindholm, C., Dahle, A. y Bungum, H. (1993c). "Regional Seismic Zonation for Central America. A Preliminary Model", *Technical Report*, NORSAR, Keller, Norway, 40 pp.
- Shedlock, K.M. (1999). "Seismic hazard map for North and Central America and the Caribbean", *Annali di Geofísica*, vol. 42, pp. 799-997.
- Schenk, V. (1989). "Achievements and Probable Trends in Seismic Hazard Assessment", *Tectonophysics*, vol. 167, pp. 157-169.
- Soldat, A.S. and Sinclair, R.C. (2001). "Colors, smiles, and frowns: external affective cues can directly affect responses to persuasive communications in a mood-like manner without affecting mood", *Social Cognition*, vol. 19, pp. 469-490.
- Tanner, J. y Shedlock, K.M. (2004). "Seismic hazard maps of Mexico, the Caribbean and Central and South America", *Tectonophysics*, vol. 390, pp. 159-175.
- Wogalter, M.S., Conzola, V.C. and Smith-Jackson, T.L. (2002). "Research-based guidelines for warning design and evaluation", *Applied Ergonomics*, vol. 33, pp. 219-230.

A informação espacial como estratégia metodológica para a análise de redes sociais

Luciene Stamato Delazari^{*}
Maria Cecilia Bonato Brandalize^{**}
Samira Kauchakje^{***}

Abstract

This paper presents a research project that is still being developed at Paraná's Federal University (Brazil) and its main purpose is to analyze, from the point of view of the cartographic representations, the different aspects of social networks representation in Brazil which are specifically focused at the protection of the individuals' social rights. The research work was conducted in Curitiba (Capital City of Paraná State - Brazil), and has taken as basis the cartographic representation of the following social rights networks: Land and Housing, Health, Education, Work, Food Safety and Social Assistance. The cartographic representation of these networks has led to new representation approaches in this area of knowledge and to a more effective analysis of the interactions between the different actors of the social rights networks mentioned.

Key words: *Social Networks, Cartographic visualization, Social rights.*

Resumo

Este artigo apresenta uma pesquisa sobre redes de proteção social com enfoque nas análises efetuadas a partir de representações cartográficas diversas dos diferentes aspectos desta rede. A pesquisa foi conduzida em Curitiba (capital do Estado do

* Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geomática, Vice-Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, Centro Politécnico, Curitiba, Paraná, Brasil, e-mail: luciene@ufpr.br

** Universidade Federal do Paraná, Departamento de Geomática, Vice-Coordenação do Curso de Engenharia Cartográfica, Centro Politécnico, Curitiba, Paraná, Brasil, e-mail: maria.brandalize@ufpr.br

*** Pós-graduação em Planejamento Urbano, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil, e-mail: samira.kauchakje@pucpr.br

Paraná - Brasil), tendo por base os direitos sociais à Terra e Habitação, Saúde, Educação, Trabalho, Segurança Alimentar e Assistência Social e permitiu uma primeira aproximação das análises, numa abordagem inédita para avaliar as interações entre os diferentes atores levantados para cada um dos direitos mencionados.

Palavras-chave: *redes sociales, visualización cartográfica, redes de derechos.*

Introdução

As redes sociais são compreendidas por pessoas, grupos e instituições, denominados *nós*, que se interligam, dependendo da relação existente entre eles. A noção é de que o conjunto destas relações, num sistema social, pode ser representado por uma rede, por exemplo, por meio de um conjunto de pontos interligados total ou parcialmente.

Musso (2004) define rede como “uma estrutura de conexão instável, composta de elementos em interação, e cuja variabilidade obedece a alguma regra de funcionamento”.

De forma geral, redes são “estruturas abertas capazes de expandir de forma ilimitada, integrando novos nós desde que consigam comunicar-se dentro da rede, ou seja, desde que compartilhem os mesmos códigos de comunicação (por exemplo, valores ou objetivos de desempenho)” (Castells, 1999).

Entre as associações que congregam organizações não governamentais e movimentos sociais, as redes sociais são atualmente compreendidas como “comunidades, virtual ou presencialmente constituídas” que operam em escala local, regional, nacional e internacional, objetivando a troca de informações, a “articulação institucional e política e a implementação de projetos comuns” (Rits, 2006).

Uma rede social possui dinâmicas e conflitos nas cooperações estabelecidas que são consequências de suas localizações geográficas e relacionamentos espaciais. A particularidade destas localizações, quando representadas no espaço, pode sugerir sentidos e esclarecer a dinâmica das redes.

A configuração do espaço é um fenômeno histórico no qual políticas públicas constituem e são constituídas pelas posições de agentes sociais identificados em esferas públicas, do mercado e da sociedade civil organizada. Ao se tratar dos municípios brasileiros, especialmente a partir dos anos 1980, observa-se, por um lado, experimentos de gestão municipal, tais como os de Belo Horizonte, Porto Alegre e Curitiba, e, por outro, uma recorrência na literatura nos termos de defesa e busca por articulações entre agentes sociais como alternativas para a (re) construção de identidades cívicas que possam influir sobre a gestão municipal. Os arranjos de gestão visam a ampliação do número de pessoas e organizações políticas e sociais envolvidas na gestão da cidade e a agregação do conhecimento, distribuído de forma desordenada nas comunidades científicas, empresariais, na sociedade civil e nas comunidades locais, em busca de sua inclusão crescente nos processos de formulação e implementação de políticas públicas e de planejamento urbano.

A rede de proteção social é parte do processo de gestão política da riqueza social, por meio de implementação de programas e projetos sociais destinados a indivíduos, grupos e coletividades em situação de exclusão nas cidades. Tais ações são realizadas por agentes em contínua interação e tensão na dinâmica das lutas que desencadeiam conquistas, ampliações e regressões históricas no campo dos direitos sociais (terra e habitação, saúde, educação, trabalho, segurança alimentar e assistência social).

Para Dodge e Kitchin (2001), o espaço sempre foi visto como sendo tanto absoluto (Aristotélico ou Newtoniano, ou seja, entendido como um container de objetos), como relativo (Leibniziano ou Kantiano, ou seja, entendido como consequência das inter-relações entre os objetos nele contidos). Os mesmos autores, ao evocar Lefebvre (1991), concordam que o espaço está sendo continuamente produzido através das relações sócio-espaciais e que a produção deste espaço, ou seja, o processo de espacialização ou de produção das espacialidades se dá em três níveis complementares, quais sejam: as práticas espaciais (onde); as representações espaciais (mapas); e os espaços de representação (ideologias). Portanto, Dodge e Kitchin (2001) conceitualizam o espaço geográfico como relacional, tanto no sentido geométrico como no sentido social. Estes ainda concordam que a análise geográfica tradicional dos espaços produzidos socialmente através das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), mais especificamente, os produzidos ciberneticamente através da Rede Mundial de Computadores e da Internet, constitui um desafio, pois este tipo de representação rompe com as premissas cartográficas de que o espaço é contínuo e ordenado e de que o mapa não é o território em si, mas apenas uma representação deste.

A complexidade em se tentar representar geograficamente as redes sociais que se estabelecem através das TICs e do espaço cibernetico (ciberespaço), reside no fato de que estes não possuem limites físicos estabelecidos, atributos espaciais necessários à sua materialização e espacialização. Como consequência, os cartógrafos tendem a estender os métodos empregados no mapeamento e visualização do espaço geográfico convencional, à produção de mapas e às visualizações dos espaços virtuais e de suas inter-relações. Esta solução, embora nem sempre satisfatória, constitui ainda a única alternativa disponível, pois, somente uma mudança radical na forma de pensar o espaço poderá levar à uma nova concepção do seu mapeamento.

Assim, apesar da importância da visualização das redes sociais através da sua variável espacial geográfica, é comum, ainda hoje, que as articulações entre os agentes sociais que compõem estas redes sejam apresentadas e analisadas com base em tabelas, fluxos e grafos, este último, representando a forma mais comum de visualização espacial não geográfica das ligações entre tais agentes (Marques, 2000, 2003; Frey, 1996).

A experiência e o conhecimento científico acumulados na Cartografia, relativamente às representações gráficas, comprovam a valiosa contribuição destas para a tomada de decisões e para o estímulo de raciocínios espaciais que possibilitam compreender os fenômenos representados. Porém, soluções geradas sem o devido conhecimento de como as variações gráficas das imagens representam adequadamente as variações espaciais dos fenômenos não permitem a proposição de soluções de problemas que considerem todos os aspectos dos fenômenos estudados e analisados.

Deste modo, o presente trabalho propõe apresentar uma estratégia metodológica para representar espacialmente as redes sociais, tendo por base, em primeiro lugar, os dados coletados sobre os diferentes direitos sociais (temas) apresentados e utilizando como veículo tecnológico a Rede Mundial de Computadores (www); e, em segundo lugar, o município de Curitiba como “nó” geográfico principal ou central (*ground zero* da rede). Tais dados foram classificados e, a partir da sua representação geográfica, foram realizadas análises que permitiram inferir sobre a extensão e a efetividade das políticas públicas municipais, a nível local (intramunicipal), regional (intermunicipal) e global.

Considerações Teóricas

Políticas Públicas e Rede de Direitos

Políticas públicas são formas de planejamento governamental que têm por objetivo coordenar os meios e recursos do Estado e, também do setor privado, para a realização de ações relevantes e politicamente determinadas.

No âmbito administrativo, as políticas públicas são setorializadas. Uma das formas de setorialização de políticas públicas compreende a distinção destas por afinidades temáticas e desmembramentos internos: ambientais, culturais, econômicas, sociais, de defesa de direitos específicos (Crianças, Adolescentes e Jovens, Idosos), infra-estrutura e uso e ocupação do solo. No caso específico deste estudo, consideram-se as políticas sociais, a saber: terra e habitação, saúde, trabalho, educação, segurança alimentar e assistência social.

A particularidade brasileira quanto aos compromissos sociais na gestão de políticas públicas pode ser capturada a partir dos padrões, tendências ou modalidades de gestão (Frey, 2003) que percorrem e se atualizam em diversos contextos sociais e períodos históricos: Gestão Patrimonial; Gestão Burocrático-Legal; Gestão Gerencial; Gestão Democrático-Participativa; e Gestão em Rede (Kauchakje, 2007).

Tais configurações de gestão constituem tendências que se entrecruzam, perpassando a cultura política brasileira e influindo, em maior ou menor medida, os parâmetros e decisões predominantes num marco histórico. Neste estudo será dada especial atenção à modalidade de *gestão em rede*, considerando que a pesquisa trata

da rede de organizações públicas, de organizações não governamentais e de movimentos sociais.

A gestão em rede apresenta como característica a *maleabilidade*, combinando-se tanto com o modelo gerencial, quanto com o participativo. Apesar de sua proposta não ser recente, tem sido inovadora para a cultura da gestão de políticas públicas brasileira ao colocar como pauta central ultrapassar o traço histórico de ações políticas fragmentadas, sobrepostas e, principalmente, que não articulam as dimensões e sujeitos locais, regionais e globais. Pode-se admitir que a gestão de políticas públicas em rede é uma estratégia de enfrentamento da questão social, visando ampliar seu impacto e a superação do trabalho setorializado e paralelo. Isto porque, na perspectiva de rede, cada política setorial (habitação, saúde, cultura, assistência, economia) encontra-se interfacetada, assim como apresenta sua rede própria inserida na malha de redes em diferentes modalidades (de atores, de programas, de movimentos, de solidariedade, entre outras), permitindo um novo modo de exercício do poder e da relação entre governo e sociedade civil.

Como explicitado anteriormente, as redes sociais são atualmente compreendidas como “comunidades, virtual ou presencialmente constituídas” que operam em escala local, regional, nacional e internacional, objetivando a troca de informações, a “articulação institucional e política e a implementação de projetos comuns” (Rits, 2006).

Castells (1999) avalia o impacto das tecnologias de informação e comunicação na reorganização da sociedade atual (no âmbito da cultura, da economia e dos movimentos sociais, por exemplo), configurada como sociedade em rede. Para este mesmo autor, está em curso uma “revolução tecnológica concentrada nas tecnologias da informação” que “está remodelando a base material da sociedade”.

Como esta pesquisa tratou especificamente da rede de organizações sociais locais (Curitiba) e sua articulação para com organizações nacionais e internacionais envolvidas em atividades relativas aos temas já apresentados, seus enlaces foram capturados diretamente nos sítios da Internet, mais especificamente, da Rede Mundial de Computadores (www). Isto significa dizer que a rede se serviu da Internet e das tramas de *hyperlinks* (hiperenlaces) para explicitar, estabelecer e/ou ampliar as formas de cooperação e coordenação social e política no campo da proteção social.

Numa rede de proteção social existem impactos contraditórios decorrentes da parceria público-privado, representada pela relação entre Estado e ONGs. Por um lado a não responsabilidade do Estado quanto ao investimento de recursos financeiros, políticos, humanos e legais em políticas e programas sociais e, por outro, o aprofundamento da sensibilidade social e da solidariedade comunitária, além da possibilidade de fortalecimento de agentes sociais motivados pelo horizonte da construção de uma nova sociabilidade assentada na justiça social (Kauchakje, 2004).

Deste modo, a análise da rede de proteção social deve considerar a diferença entre: projetos e atividades sociais sob responsabilidade principal do Estado (mesmo que compartilhada e com o controle da sociedade civil organizada) que, tendenciosamente se inserem no código cultural e normativo-legal da solidariedade política que transita na esfera dos direitos de cidadania; e, ações sociais de responsabilidade dos setores organizados da sociedade civil que podem se misturar com códigos da solidariedade humanitária-privada que transita na esfera da caridade e da ajuda, trazendo o risco de que direitos sejam (re)transfigurados em benesses.

Análise de Redes Sociais sob o Ponto de Vista das Representações Espaciais

Usualmente, analistas de redes sociais utilizam duas formas para representar a informação sobre padrões das relações entre os atores de uma rede: grafos e matrizes. O grafo consiste de pontos (nós) para representar os atores e, arcos, para representar as relações ou ligações. Estes grafos são denominados *sociogramas*. A figura a seguir, extraída dos resultados preliminares da pesquisa, apresenta um dos grafos gerados relativamente à representação da rede de segurança alimentar em Curitiba e a respectiva tabela de atores.

A maior diferença entre dados convencionais e dados de redes é que os dados convencionais focam atores e atributos, enquanto os dados de redes focam atores e suas inter-relações. As análises de redes enfatizam, portanto, as relações entre atores, o que significa que estes normalmente não são amostrados independentemente, como no caso de outros tipos de dados.

As representações sob a forma de grafos apresentam dois problemas: (1) as localizações espaciais dos nós da rede não são representadas e (2) as soluções gráficas não são definidas de maneira a representar os atributos dos componentes dos grafos. Estes problemas necessitam de solução, pois: a) a representação das localizações espaciais é necessária para as análises de conhecimento sobre as relações de proximidade e vizinhança, enquanto a representação dos atributos (características) dos componentes dos grafos é necessária para a análise de agrupamentos, dispersões, tendências, regiões de influências, entre outras; b) as localizações espaciais permitem conhecer fluxos em termos de regiões de influência culturais, políticas e econômicas na dinâmica das articulações das redes sociais; e, c) a espacialização da rede e dos tipos de enlaces (ligações entre os nós) pode indicar uma espécie de divisão (de local para global) e, até mesmo, uma maior capacidade de coordenar e concentrar recursos e meios (financeiros e humanos, em especial) para a realização ou apoio a ações sociais.

Em um processo completo de análise visual, estratégias de visualização são empregadas a fim de que um mapa possa ser usado para alcançar os objetivos de exploração, análise, síntese e apresentação de dados geográficos. Esses objetivos são descritos como: I) Exploração, envolvendo freqüentemente o exame de dados

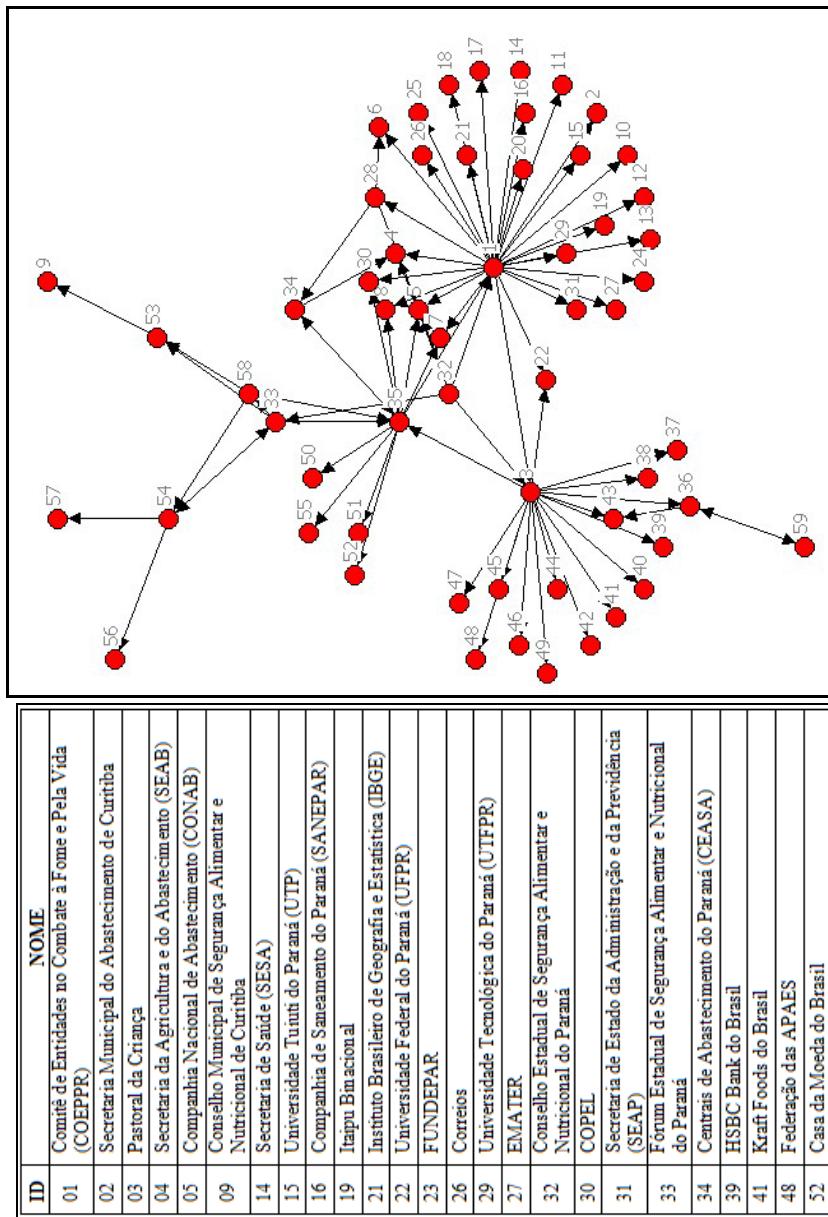




Figura 2. Representação Online da Rede Social de Segurança Alimentar em Curitiba.

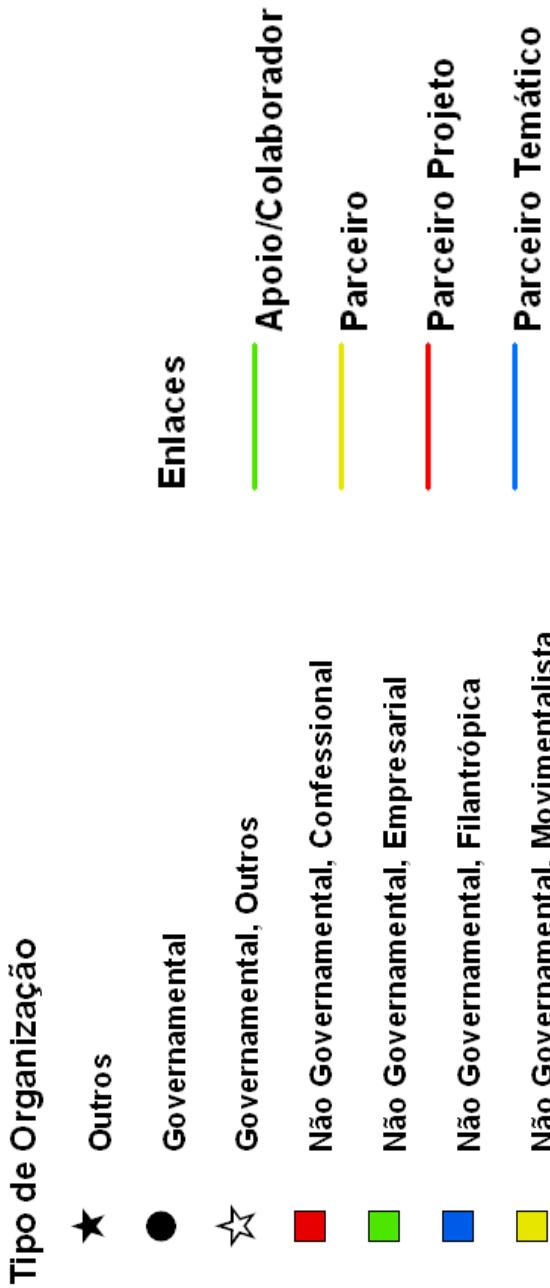


Figura 3. Legenda da Tipologia das Organizações e dos Enlaces.

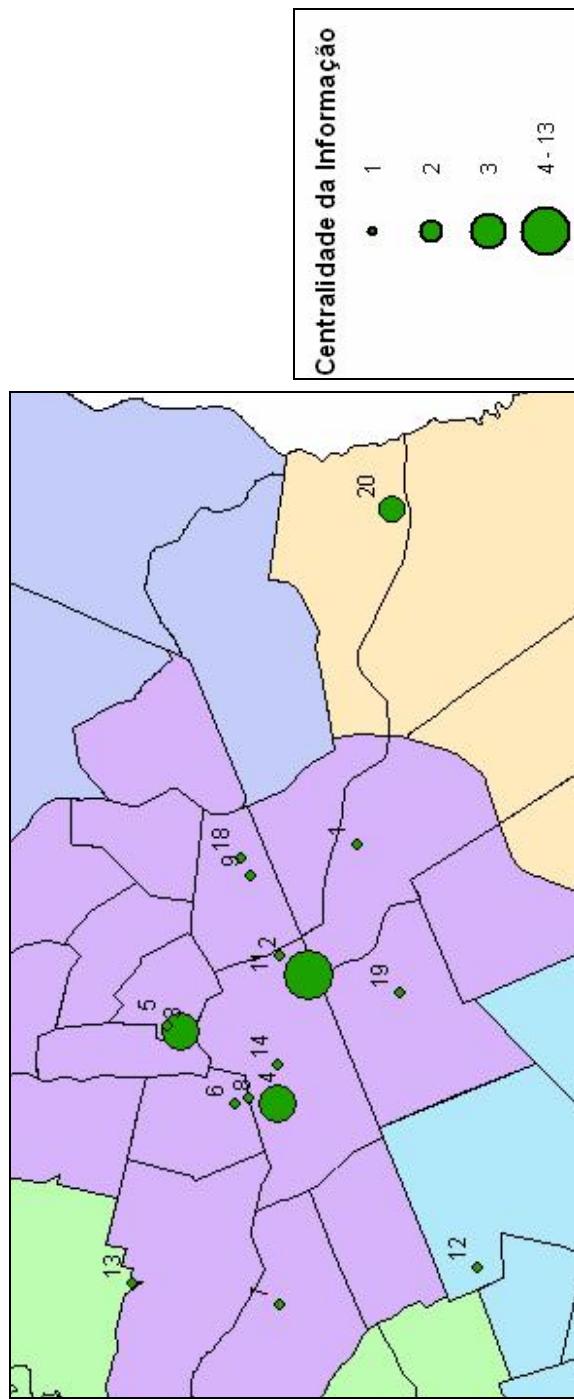


Figura 4. Centralidade da Informação para o Direito Social Segurança Alimentar em Curitiba.

brutos desconhecidos por um público restrito; II) Análise, envolvendo a manipulação de dados conhecidos na procura por relações desconhecidas e também respostas a questões específicas; III) Síntese, alterando a ênfase da atividade de revelar o desconhecido para apresentar o conhecido. Com a síntese, entretanto, há ainda consideráveis possibilidades do usuário construir com novos conhecimentos; e, IV) Apresentação, comumente comparada à comunicação cartográfica (no sentido cartográfico do modelo de comunicação), podendo, entretanto, incluir a transferência de uma mensagem pré-determinada e fazer o encadeamento de novos conhecimentos na pessoa que acessa a representação. A visualização aplicada à apresentação enfatiza o uso dos mapas por qualquer pessoa.

Na análise visual de informações espaciais, a aquisição de conhecimento é possível se as soluções gráficas definidas para as representações gráficas proporcionarem a visualização eficiente das características dos fenômenos analisados. As soluções gráficas devem representar tanto o comportamento espacial do fenômeno, como enfatizar as características importantes para cada momento da análise (Robbi, 2000). Os símbolos cartográficos aumentam o nível informativo das representações espaciais e possibilitam conhecer diversas características do fenômeno representado. Ao conjunto de símbolos cartográficos denomina-se *linguagem cartográfica*.

Na linguagem cartográfica as variações gráficas das primitivas gráficas (ou seja, pontos, linhas e áreas) são realizadas pelas suas variações visuais. A simbologia para uma representação gráfica temática deve ser estabelecida de forma que as propriedades perceptivas visuais dos símbolos pontuais, lineares ou areais representem as características do nível de conhecimento com o qual o fenômeno geográfico está definido. Se esta relação é estabelecida, a análise visual das representações gráficas permite que conhecimentos sobre seus comportamentos sejam adquiridos (Robbi, 2008).

As análises de grafos que representam as redes sociais são semelhantes às análises espaciais de fenômenos geográficos uma vez que estas são também realizadas tanto pela análise visual de mapas como pela consulta à base de dados de um Sistema de Informações Geográficas. Assim, tais soluções gráficas devem ser elaboradas de acordo com o conhecimento técnico-científico desenvolvido na Cartografia. Existem proposições e debates teóricos sobre a metodologia de análise de redes sociais locais, regionais e nacionais utilizando aportes teóricos e softwares próprios. Segundo Wasserman *et al.* (2005), o interesse pelas análises das redes sociais tem crescido significativamente nos últimos anos. Este crescimento tem sua justificativa no aumento de sofisticação das técnicas e ferramentas disponíveis aos usuários. Em seu livro intitulado *Modelos e Métodos na Análise de Redes Sociais*, os autores apresentam os mais importantes desenvolvimentos em modelos e métodos quantitativos para análise de redes sociais surgidos após os anos 1990. Apesar deste desenvolvimento e dos métodos e técnicas apresentadas pelos autores citados ao longo de

sua obra, não foram apresentados estudos que busquem diferentes formas de representação das redes de modo a aumentar o poder de análise sobre elas.

Usualmente as redes sociais são identificadas por meio de entrevistas com atores sociais envolvidos em temas de interesse (no caso desta pesquisa, trata-se de uma rede social específica de atores envolvidos com o tema da proteção de direitos sociais em Curitiba), assim como por meio dos sítios virtuais destes atores, quando existirem, e nos quais estejam explicitados *hyperlinks* de parcerias e apoios. Tanto nas entrevistas quanto nos sítios da Internet, a investigação busca reconhecer as articulações e laços entre os atores sociais por meio de suas citações e referências mútuas.

Redes Sociais e suas Representações no Ciberespaço

Vários autores afirmam que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) constituem tecnologias transformadoras que modificam a sociedade de diferentes formas. Isto ocorre, principalmente, porque estas tecnologias facilitam o processo de reestruturação da sociedade, alterando radicalmente a vida social, cultural, política, institucional e econômica dos indivíduos. Assim, as TICs rompem uma série de processos e de conceitos fundamentais que são a base das epistemologias e da sociedade moderna.

O ciberespaço e a infraestrutura (TICs) que o suporta, de características invisível, etérea e virtual, denotam a dificuldade em se definir e estabelecer, geograficamente, os seus limites e em analisar as relações sociais que nele ocorrem. No entanto, uma vez que a infraestrutura de suporte deste espaço cibernetico possui uma materialidade, estes podem ser mapeados relativamente ao espaço geográfico e representados através das técnicas cartográficas modernas.

Assim, o tipo de dado, sua origem, destino e os caminhos percorridos através das várias redes que compõem o espaço virtual das TICs e da Internet, também podem ser mapeados (Dodge and Kitchin, 2001). O mapeamento desta infraestrutura e do fluxo de informação destas redes compreende diferentes tipos de representação, em função do dado ou informação que se apresenta. Entre os tipos de representação mais comuns, encontram-se: mapas estáticos, mapas animados, mapas interativos e mapas dinâmicos (Dodge and Kitchin, 2001).

A visualização do dado ou da informação, nestes casos, possui um foco particular no desenvolvimento e no aperfeiçoamento das interfaces entre o usuário e os espaços informacionais produzidos pelas redes sociais.

Embora, para alguns autores, a localização geográfica da infra-estrutura do ciberespaço não seja importante, a maioria das espacializações produzidas quando da representação de redes sociais virtuais, se dá a fim de revelar, através de um sistema de localização relativa como nos grafos, outros tipos de relação, como, por exemplo, a conectividade, o sentido e a intensidade de fluxo que, de outra forma,

não seriam percebidos, por exemplo, nas representações em tabela. Como exemplo, a Figura 2 a seguir exemplifica a representação, através de um grafo gerado online relativamente à rede de segurança alimentar em Curitiba e a respectiva tabela de atores, extraída não através da investigação visual do conteúdo dos sítios e utilizada como base para a geração do grafo da Figura 1, mas automaticamente através do uso de um aplicativo que investiga as múltiplas relações entre os sítios em função de palavras chaves.

Da mesma forma que as redes sociais se formam e se desenvolvem no ciberespaço com o suporte das TICs, a este está relacionado um variado número de aplicativos que permitem o controle e o mapeamento da informação que por ele circula.

No caso específico das redes sociais de garantia dos direitos sociais, tais redes, como especificado mais detalhadamente na metodologia a seguir, são investigadas em função das relações contextuais que os sítios da Internet apresentam, ou seja, as relações entre os diferentes atores da rede, para cada direito social mencionado, se dão através do que é informado como conteúdo do sítio (principalmente sob a forma de texto e de *hyperlinks*).

Assim, a visão de que o *geocódigo* (chave utilizada nos Sistemas de Informações Geográficas para relacionar primitivas gráficas a seus atributos) não existe ou é impossível de obter no ciberespaço não é de todo verdade. O que ocorre é que o ciberespaço não é regido pelos princípios ordinários de espaço e tempo, porém, não deixa de ser uma *geografia mental comum* (Gibson, 1984). Assim, o Ciberespaço comprehende espaços abstratos libertos da geometria Euclidiana e do mapeamento cartesiano (Benedict, 1991), constituindo um espaço onde os axiomas da topologia e da geometria, tão compelidamente observados como sendo parte integral da natureza, podem ser violados ou reinventados como a maioria das leis da física (Benedict, 1991) e, ainda, constituindo um espaço onde o tempo não existe (não é seqüencial) e onde só existem dois estados: presença e ausência, agora ou nunca (Stalder, 1998).

Metodologia

O desenvolvimento desta pesquisa foi realizado por meio da pesquisa empírica, com as seguintes técnicas e instrumentos:

- *Coleta de dados*: entrevista estruturada, análise de documentos e pesquisa em sítios da Internet;
- *Proposições*: projeto e apresentação de soluções gráficas (espaciais e não espaciais) para a representação das redes sociais (*offline* e *online*), utilizando softwares específicos (tais como UCINET, TOUCHGRAPH, ARCGIS e GOOGLE EARTH) para a geração de mapas e/ou localização de elementos geográficos;

- *Análise*: sistematização dos resultados e verificação da eficiência das representações propostas.

Coleta de Dados e Representação Gráfica (Espacial e Não-Espacial) da Rede de Proteção Social em Curitiba

Para a identificação da rede de agentes sociais a pesquisa adaptou os procedimentos metodológicos desenvolvidos por Kauchakje *et al.* (2006), que centra a coleta de dados em sítios da Internet. Considera-se que na *web* os agentes sociais se articulam em redes temáticas, por identidade e através da realização de projetos referenciados por *links*. Estas inter-relações têm as seguintes características:

- *Parceria Temática*: constituída por atores que expressam certa constância de propósitos declarados, tanto em termos de missão/tema das ações quanto de objetivos. Estes atores não precisam, necessariamente, compartilhar valores, ideários, concepções políticas, causas ou projetos sociais, mas têm suas atividades direcionadas para a mesma temática ou política;
- *Parceria Identitária*: os atores atuam no mesmo campo temático com compartilhamento de valores, ideários, concepções políticas, causas sociais e ou projetos societários. Esta parceria sugere laços fortes de longa duração e permanência de articulação;
- *Parceria em Projeto*: expressa a cooperação mútua em programas, projetos, ações e iniciativas conjuntas, ações coordenadas entre atores concretamente desenvolvidas nas cidades pesquisadas. Os parceiros em projeto, ao menos durante o seu desenvolvimento, costumam ser parceiros temáticos, mas não necessariamente ideológicos. No caso dos patrocinadores/apoiadores de projetos, esta parceria pode ser temporalmente limitada à duração do projeto ou das ações desenvolvidas. Esta parceria sugere ainda a existência de laços entre os agentes sociais que podem ser fortes ou fracos, permanentes ou temporários, e que se estabelecem, no mínimo, durante o desenvolvimento da ação/projeto enunciado;
- *Parcerias de Apoio e Colaboração*: são relações entre organizações sociais nas quais as inter-relações se baseiam na disponibilização de recursos financeiros ou de outra espécie;
- *Hyperlinks de Referência*: apresentam relações de referência sobre o campo de interesse, valores e universo temático das organizações entre si.

De acordo com as categorias de autores citadas, a proposta metodológica possui dois momentos entrelaçados e distintos: os procedimentos de coleta e representação dos dados e informações; e os procedimentos de análise, subdivididos nos seguintes itens:

- a) Seleção da temática no âmbito dos direitos sociais com o recorte territorial;
- b) Busca na Internet de organizações sociais referentes à temática;
- c) Definição dos atores significativos;
- d) Reconhecimento, em cada sítio, dos atores de ações e projetos comuns, articulações temáticas e identitárias e apoios-colaboradores locais (técnica Bola de Neve) (Kauchakje *et al.*, 2006);
- e) Representação da rede (*offline* e *online*) identificada em grafos e mapas (Delazari; Kauchakje; Penna, 2005) (Bandalize, 2009); e,
- f) Análise a partir dos pontos de partida teóricos que permitem a atribuição de seu significado pelo pesquisador.

Representação Espacial das Redes Sociais

A primeira etapa da realização de um projeto cartográfico é o entendimento das necessidades do usuário, que permite identificar como os especialistas em redes sociais utilizam os grafos e as tabelas e quais são as análises que necessitam ser realizadas. Esta etapa consistiu de entrevistas com os usuários, da utilização dos grafos gerados *offline* com o *software* UCINET e dos grafos gerados *online* com o aplicativo TOUCHGRAPH, quando foi possível identificar as seguintes análises espaciais a serem conduzidas sobre as redes:

- a) A visualização das localizações espaciais dos atores e suas ligações não é possível somente através dos grafos, que apresentam a rede como um aglomerado sem relações de proximidade ou vizinhança entre os atores. Com os mapas, o usuário pode analisar esta distribuição;
- b) A concentração de atores em determinadas regiões só é possível se a representação espacial da rede for geográfica, permitindo verificar e entender porque algumas regiões são melhor assistidas socialmente do que outras. Além disso, é possível planejar a instalação de novos atores em locais sem assistência social;
- c) Outra vantagem da representação espacial geográfica é a identificação dos tipos de atores em cada região, permitindo analisar quais regiões são atendidas por organizações governamentais ou não-governamentais ou ambas;
- d) As ligações entre os atores, considerando-se sua localização geográfica, permitem visualizar direções e distâncias;
- e) A representação geográfica das ligações permite ainda a visualização da concentração dos atores considerando as diferentes esferas de governo: municipal, estadual, federal e mesmo global;

- f) Por fim, as centralidades (intensidade) permitem visualizar quais atores são mais significantes e influentes.

Conhecidas as análises realizadas pelos usuários, é possível definir as informações representadas nos grafos, bem como seus significados e características. O conhecimento das características das informações analisadas permite sua sistematização e a definição dos critérios para a classificação destas informações. Nesta fase, é possível, então, estabelecer as escalas de análise e discriminar quais mapas serão gerados. Para cada mapa, as soluções gráficas são definidas a partir dos princípios da linguagem cartográfica, ou seja, são definidas as escalas e as dimensionalidades da representação.

Considerando que a rede de proteção social em Curitiba foi definida tendo por base seis direitos sociais (Terra e Habitação, Saúde, Educação, Trabalho, Segurança Alimentar e Assistência Social), para cada um foi construído um conjunto de representações sobre as articulações das organizações sociais envolvidas em sua implementação (rede de direitos de proteção social), totalizando 75 mapas. Inicialmente as representações apresentaram as características dos agentes sociais/atores em suas localizações específicas. Para o Município de Curitiba são apresentadas as divisas das Regionais, de bairros e as localizações dos atores com suas respectivas classificações. Como exemplo, tem-se as seguintes situações:

- a) Representação do tipo de organização juntamente com o tipo de enlace (inter-relações). Na Figura 3, abaixo, é apresentada a legenda utilizada para representar estas informações.
- b) As organizações não-governamentais são classificadas em filantrópicas, filantrópicas confessionais, empresariais, relacionadas ao Estado e movimentalistas, conforme a Figura 3 a seguir.
- c) A representação da centralidade, sendo que para cada setor foram geradas três representações (centralidade em grau, de informação e de intermediação). A Figura 4 apresenta a centralidade de informação, a título de exemplo. Esta mesma centralidade pode ser observada quando da representação online gerada através do aplicativo TOUCHGRAPH (Figura 2).
- d) A representação das ligações entre os atores e tipos de organizações, como apresentadas na Figura 5.
- e) A representação online das ligações entre os atores e tipos de organizações, como apresentada nas Figuras 6 e 7, utilizou os recursos de programação da localização (georreferenciamento dos nós da rede) do Google Maps. Este mapa foi gerado a partir da base de dados estática do UCINET e não a partir da base de dados dinâmica do TOUCHGRAPH.

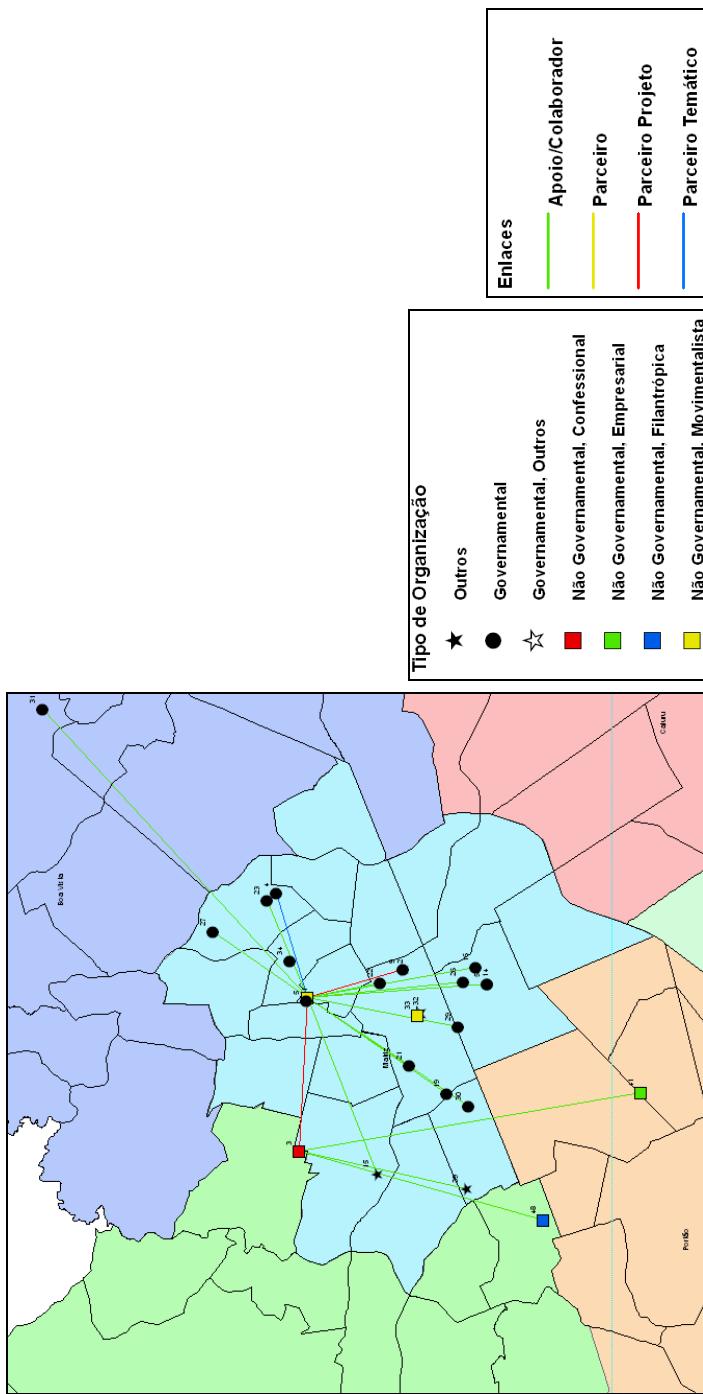


Figura 5. Tipologia dos Atores e suas Ligações para o Direito Social Segurança Alimentar em Curitiba.

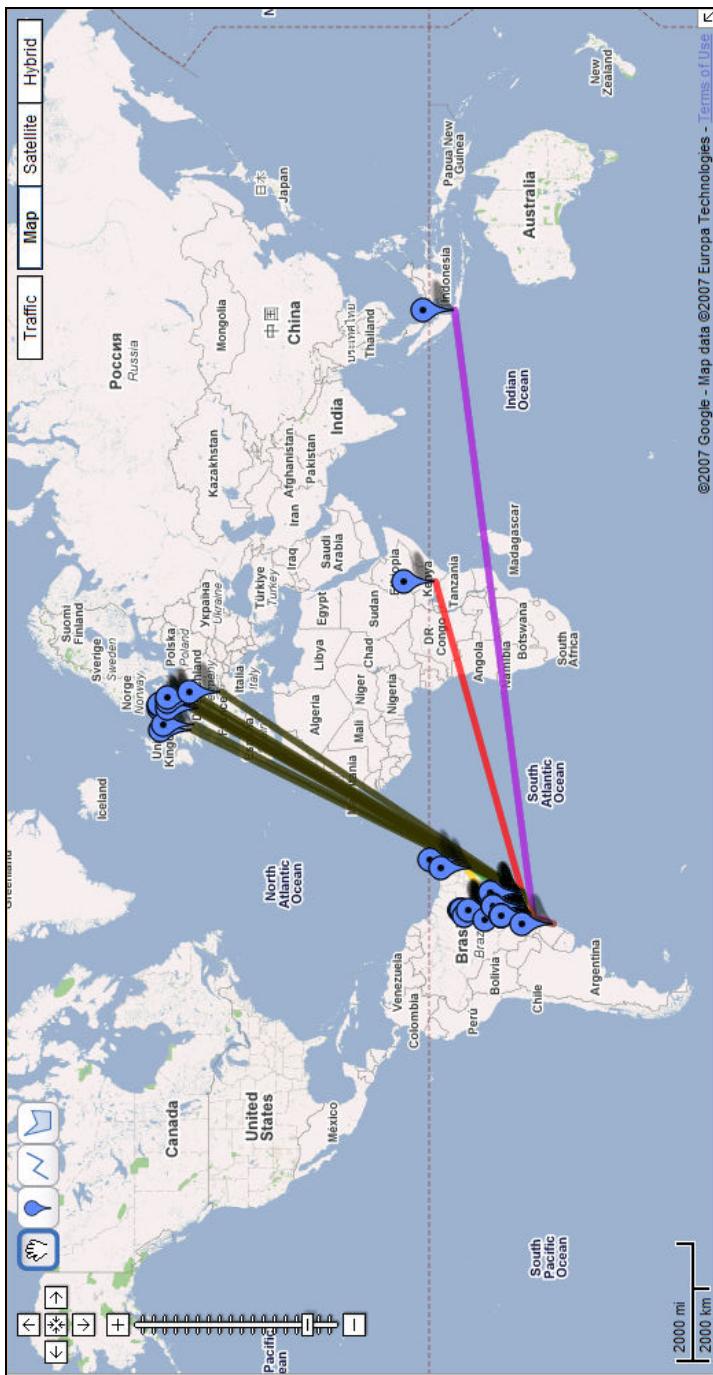


Figura 6. Representação Online da Rede de Direito Social Terra e Habitação em Curitiba - Escala Global.

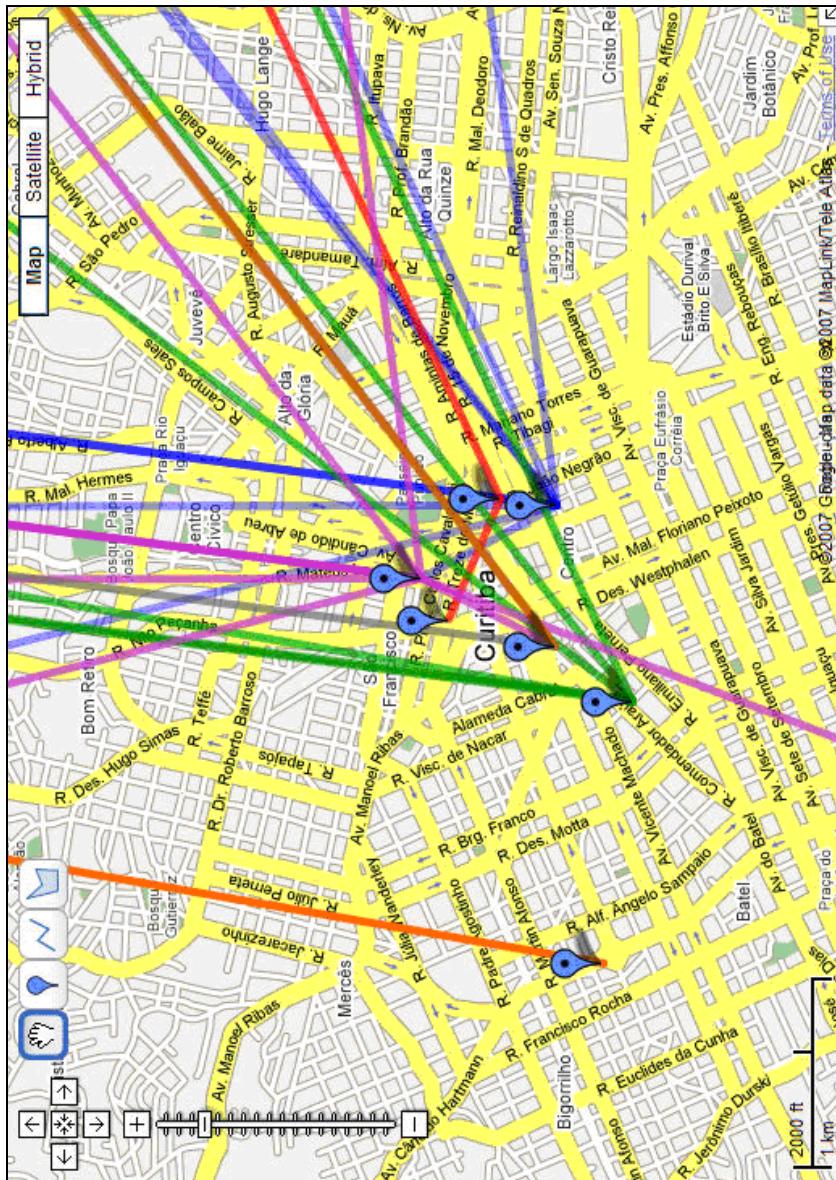


Figura 7. Representação Online da Rede de Direito Social Terra e Habitação em Curitiba - Detalhe.

Análises Preliminares

Entre as redes sociais identificadas na pesquisa exemplificam-se as interpretações imediatas possibilitadas pela representação espacial da rede de segurança alimentar (Figuras 4 e 5). Esta é uma rede em que são numerosas as organizações governamentais ou estreitamente ligadas ao Estado, seguidas dos Conselhos e Fóruns e em número menor estão as organizações empresariais e humanitárias. A Figura 4 permite observar que a maioria das organizações está localizada, basicamente, na regional Matriz, nos Bairros Centros e Rebouças, havendo ainda algumas nos bairros Mercês, Batel, Centro Cívico, Alto da Glória, Juvevê e Cabral. São áreas tradicionais e valorizadas em termos imobiliários e com concentração de serviços e equipamentos públicos de qualidade. Observa-se uma empresa no bairro Água Verde, uma entidade filantrópica no Seminário e um órgão do governo do Estado do Paraná no bairro Santa Cândida.

Das localidades em que as organizações da rede sóciotécnica de segurança alimentar se situam em Curitiba, a que apresenta o maior número de famílias com renda de até três salários mínimos é o bairro Santa Cândida. Um dos melhores bairros de Curitiba em termos de renda e serviços é o Cabral, todavia, nele a desigualdade é expressa pelo fato de que quase 19% das famílias não têm rendimento (quando a média em Curitiba é em torno de 4%).

A Figura 5 demonstra, especialmente, que a parceria por projetos ocorre entre uma ONG de caráter confessional e duas organizações governamentais. O restante das alianças é por afinidade temática.

A rede de segurança alimentar tem o predomínio das organizações governamentais ou ligadas ao Estado, inclusive na articulação em projetos. É recente no Brasil o entendimento da segurança alimentar como direito assegurado por uma política pública. A construção desta concepção esteve ligada a movimentos sociais e ONGs movimentalistas como o IBASE (Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas), a ações de educação alimentar e emergenciais de distribuição como a Pastoral da Criança e, à agenda governamental no governo Lula, em especial, com o Programa Fome Zero. Esta construção com agentes diferentemente posicionados nas esferas sociais e políticas e suas articulações e ramificações, embora com convergências importantes quanto à urgência do asseguramento deste direito, explica, em parte, o desenho das organizações envolvidas na rede sóciotécnica de segurança alimentar.

A visualização da localização das organizações espaciais permite refletir sobre os dados referentes ao tipo de organização predominante em cada localidade bem como ao tipo de enlace. Isto permite buscar o conhecimento das características e especificidades espaciais (neste caso as divisões regionais e bairros curitibanos) para estabelecer relações analíticas e explicativas sobre predominância, em certos lugares, de organizações de caráter movimentalista ou filantrópico ou acerto sobre

parcerias temáticas ou para elaboração de projetos, por exemplo. Ao mesmo tempo, a representação da rede nos mapas temáticos possibilita a apreensão da possível influência da configuração cultural e sócio-econômica da localidade sobre as características das organizações ali presentes, e também, o impacto destas organizações sobre a configuração do espaço. Os tipos de enlaces e de ONGs localizadas espacialmente podem indicar uma espécie de divisão de trabalho internacional e local, e mesmo a maior capacidade de coordenar e concentrar recursos e meios (financeiros e humanos) para a realização ou apoio às ações sociais.

Vale ressaltar que diferentes aplicativos produzem diferentes resultados. Assim, a investigação visual do conteúdo dos sítios, executada para cada rede de direito estudada e utilizada na geração da base de dados matricial processada no UCINET e, posteriormente empregada na elaboração dos mapas indicados nas Figuras 4 e 5, não produziram os mesmos resultados em termos de centralidade e enlace dos nós que a investigação conduzida online e automaticamente através do TOUCHGRAPH. Ocorre que, ambos constituem representações da mesma rede de direitos, porém, investigadas em momentos distintos durante a pesquisa. No caso do UCINET, a base de dados é estática e os resultados produzidos serão sempre os mesmos, mesmo que o aplicativo seja executado inúmeras vezes. Por outro lado, como o processamento do TOUCHGRAPH é online e a base de dados é construída automaticamente a partir de palavras chaves, esta base de dados possui um caráter dinâmico, gerando novos resultados toda vez que o aplicativo é executado e toda vez que o conteúdo dos sítios que compõem a rede é atualizado.

Em síntese, considera-se que o espaço geográfico não é apenas um continente das ações e de localização das organizações, mas que suas especificidades fazem diferença nas características que uma rede social pode adquirir, da mesma forma que a rede pode influir na configuração do espaço.

O espaço geográfico não consiste apenas dos lugares sociais de realização das ações institucionais, da presença do Estado e de organizações não governamentais, mas também o espaço do mundo da vida, no qual se concretizam as relações de construção da existência física, econômica, cultural e social e suas respectivas representações.

Conclusões

A utilização da informação espacial pode ser uma estratégia metodológica para a análise de redes sociais, mais especificamente, para a análise da rede de direitos sociais em Curitiba e da forma como estes direitos estão sendo garantidos. Esta análise tem como substrato a busca da compreensão sobre a gestão em municípios, de políticas relativas aos direitos sociais. As características desta gestão, em parte, dependem das características da participação em rede de agentes sociais articulados e de sua capacidade como força política.

A informação espacial fornece subsídios importantes sobre tais características e sobre impactos das ações destes agentes sociais nas desigualdades sócio-espaciais e, portanto, na configuração espacial; a sua potência social e cultural em se constituir como campo movimentalista em rede que ultrapassa localidades; e, se este setor da rede identificada, assim como outros similares, tem força política ou intencionalidade de controle e fortalecimento de um Estado (em arranjos locais e globalizado) a quem compete políticas que estabelecem a mediação das relações sociais fundadas na perspectiva civilizatória. Perspectiva de garantia para todos (num reconhecimento e incorporação do outro) das aquisições materiais e imateriais admitidas como condição de vida humana num certo estágio social. Numa palavra, tal representação contribui para a compreensão da formação, articulações e impacto de uma rede social na democratização social, em particular da cidade, no sentido da participação e do exercício de direitos.

Bibliografia

- Benedict, M. (1991). *Cyberspace: first steps*, Cambridge, MIT Press.
- Brandalize, M. C. B. (2009). *Metodologia de Mapeamento da Rede de Direito Social Terra e Habitação no Município de Curitiba*, VI Colóquio Brasileiro em Ciências Geodésicas, Curitiba, PR.
- Castells, M. (1999). *A Sociedade em Rede, (A era da informação, sociedade e cultura, v. I)*, São Paulo, Paz e Terra.
- Delazari, L. S.; Kauchakje, S.; Penna, M. C. (2005). *Sistema de Informação Geográfica da Política de Assistência Social do Paraná*, Anais XXII Congresso Brasileiro de Cartografia, Macaé, RJ.
- Dodge, M.; Kitchin, R. (2001). *Mapping Cyberspace*, New York, Routledge.
- Frey, K. (1996). *Crise do Estado e Estilos de Gestão Municipal*, Lua Nova, São Paulo, v. 37, pp. 107-138.
- . (2003). “Desenvolvimento Sustentável Local na Sociedade em Rede Emergente: O Potencial das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação”, *Revista de Sociologia e Política, Curitiba*, v. 21, pp. 165-185.
- Gibson, W. (1984). *Neuromancer*, New York, ACE Books.
- Kauchakje, S. (2007). *Gestão Pública de Serviços Sociais*, Curitiba, IBPEX.
- . (2004). *Programas e Projetos Sociais presentes na rede de proteção social: O Programa Fome Zero no estado do Paraná nos anos 2003 e 2004*, in XII Seminário de Iniciação Científica da PUCPR, Curitiba, Caderno de Resumos do XII Seminário de Iniciação Científica da PUCPR / Inverte o Futuro. Curitiba, Editora Universitária Champagnat, v. 1, pp. 43-43.
- Kauchakje, S. *et al.* (2006). “Redes Sócio-Técnicas y participación ciudadana: propuestas conceptuales y analíticas para el uso de las TICS”, REDES, *Revista hispana para el análisis de redes sociales*, v. 11, pp. 1-26.

- Lefebvre, H. (1991). *The Production of Space*, Oxford, Blackwell, Disponível em <http://books.google.com.br/>
- Marques, E. C. (2000). *Estado e Redes Sociais: Permeabilidade e Coesão nas Políticas Urbanas no Rio de Janeiro*, Rio de Janeiro, Editora Revan, v. 1, 350 pp.
- _____. (2003). *Redes Sociais, Instituições e Atores Políticos no Governo da Cidade de São Paulo*, São Paulo, Editora Annablume, v. 1, 231 pp.
- Musso, P. (2004). *A Filosofia da Rede*, in Parente, A. (org.), *Tramas da Rede: Novas Dimensões Filosóficas*, Estéticas e Políticas da Comunicação, Porto Alegre, Sulina.
- Rits (2006). *Rede de Informações para o Terceiro Setor*, disponível em www.rits.org.br/redes_teste/rd_oqredes.cfm
- Robbi, C. (2000). *Sistema para Visualização de Informações Cartográficas para Planejamento Urbano*, Tese de doutorado apresentada e defendida no Curso de Computação Aplicada, INPE, São José dos Campos, SP.
- _____. (2008). *Uma Abordagem Sistêmica para o Desenvolvimento de Projeto Cartográfico como Parte do Processo de Comunicação*, Portal da Cartografia, v. 1, pp. 1-20.
- Stalder, F. (1998). *The Logic of Networks: social landscapes vis-à-vis the space of flows*, disponível em <http://www.ctheory.net/articles.aspx?id=263>
- Wasserman, S. et al. (2005). *Models and Methods in Social Network Analysis*, New York, Cambridge University Press.

Chile's strategic cities: the unknown soviet military mapping program of major chilean urban centers

Kent Lee*

Abstract

The Soviet military had an unprecedented global mapping effort that included creating large scale maps of major urban centers throughout the world. This article focuses on the Soviet mapping of the major urban centers in Chile. This article contains the “description” and “list of important features” that are included with each map translated from the original Russian.

Key words: *Soviet military topographic city plan, Military-Topographic Directorate, VTU, Chile, Santiago, Concepción, Antofagasta, Valparaíso, Viña del Mar.*

Resumen

El ejército Soviético realizó un esfuerzo sin precedentes de cartografía mundial que incluyó la creación de mapas a gran escala de los principales centros urbanos de todo el mundo. Este artículo se centra en la cartografía soviética de los principales centros urbanos en Chile. Este artículo contiene la “descripción” y “lista de características importantes” que se incluyen con cada mapa traducido del original Ruso.

Palabras clave: *Plano urbano topográfico militar soviético, dirección topográfico militar, VTU, Chile, Santiago, Concepción, Antofagasta, Valparaíso, Viña del Mar.*

From the editor

The present work, “Chile’s Strategic Cities: The Unknown Soviet Military Mapping Program of Major Chilean Urban Centers”, has been produced to illustrate concisely the urban cartographic capabilities in a major country as performed by the Soviet Union’s military topographers and geospatial intelligence officials.

* President and CEO of East View Cartographic (EVC) Kent.lee@cartographic.com

Worldwide, Soviet military cartographers produced over 2,200 city plan products covering the capitals, provincial centers and other major urban areas of most countries of the world. It remains, to this day, by far the largest worldwide, systematic mapping program of urban centers by a single authority. Most of the work was done in the 1970s and 1980s, and to a limited extent it has been continued by the military authorities of the Russian Federation and other post-Soviet successor states. As a rule, urban centers were mapped at either the 1:25,000 or 1:10,000 scales; a very small percentage of cities were mapped at both scales.

Speculation still continues as to why the Soviets made such an enormous investment in producing such products. People of all walks are often surprised—even unnerved—that their countries and cities were mapped by a potential enemy in such meticulous detail. Some have considered it a logical extension of Soviet hostile intentions for world conquest by military or other means. Others see it as a more natural outgrowth of contingency planning and “global consciousness” (hostile or not) of a world superpower. It is in any event an enormous cartographic-geospatial intelligence achievement. Why did the Egyptians build the Pyramids? At any rate, one looks forward to explanations and descriptions from former Soviet officials, should they ever feel compelled to write about their amazing work.

A typical Soviet military city plan product includes of course a map of the city in full topographic detail, and several additional and very useful supplementary elements. A limited number of city plans (all of them in the case of Chile) have 1:200,000 scale topographic inset maps showing the surrounding region of the urban center. Each city plan has a detailed street index allowing every named street on the map to be located via an alphanumeric grid system. Each city plan also has a unique multi-section military geographic analysis or “Description” [*spravka*] in text form. The sections include: General Overview; Surrounding Area; City Lands; Industry and Transportation; and Utilities, Communications, and Health Care Facilities. Finally, at least in the case of all non-Soviet-territory urban areas, there is a “List of Important Features.” The cartography and legend of a given city plan map is intimately related to the “List of Important Features” in that government and administrative facilities are color-coded magenta; military and communications facilities are color-coded army green; and military-industrial facilities are color-coded black. Not unexpectedly, 100 percent of the text content on a Soviet city plan product is in Russian (or in the case of proper geographic names or toponyms, in a standard Cyrillic transliteration from the native Chilean names).

In the case of Chile, the Soviet program for city plan production focused on the four largest urban areas of the country: the Santiago region, the Valparaíso-Viña del Mar area, the Antofagasta region, and the Concepción-Talcahuano area.

Our book is organized to show each city plan in reduced format (the originals vary in size but are quite large, nearly 100x100cm for each map sheet), alongside

the complete English-language translations of both the “Description” and “List of Important Features” for each plan.

It should be noted that Soviet military cartographic interest in Chile extended to a variety of other geospatial intelligence products in addition to the city plans. This mirrors the case with all other countries of the world, in line with the global military-strategic interests of the former Soviet empire. As such, Chile (with the exception of its distant Pacific islands and claimed Antarctic territory) was completely covered by 1:500,000 and 1:1,000,000 scale military topographic mapping, as well as a variety of other smaller-scale products. The northern two-thirds of Chile are also covered by 1:200,000 scale Soviet military-topographic mapping. As a rule none of these maps have been updated from Soviet times by either the Russian military or other post-Soviet states. Finally, the Chilean coast and all major ports of Chile have been mapped by the Soviet Navy’s hydrographic service. Current editions of these charts (over 80 of them) are maintained by the Russian Navy’s hydrographic service.

Researchers interested in the technical details and production standards of these city plan and other products are invited to contact East View Cartographic (www.cartographic.com) for further information.

Santiago

Introduction to Santiago City Plan

The Santiago city plan product was published in 1977 but compiled from unspecified materials of 1975 and earlier vintage. It was originally classified “Secret” by Soviet military authorities.

Unlike the other city plan products for Chile, it is a two-sheet city plan, with a northern sheet measuring 122 by 89 centimeters in the original print edition and a southern sheet measuring 122 by 87 centimeters.

The Santiago city plan’s primary map is 1:25,000 scale and covers a territory of 19.5 kilometers east to west by 34 kilometers north to south (approximately 563 square kilometers of urban territory considering the area not depicted because of the inset map). The product contains a small inset map (located in the left-center of the southern sheet) whose scale is 1:200,000, and the territory depicted here is approximately 70 by 80 kilometers or 5,600 square kilometers. The contour interval on the primary map is 10 meters and 40 meters on the inset map.

At the left-hand base of the southern sheet is a “List of Important Features.” This list is translated into English in its entirety for all 75 listed features.

Above this list is a modest legend and symbols key which assists in interpreting governmental, military, and key industrial features by color, as well as symbols for other buildings and various roads. It is not translated. (A full legend and symbols

key is issued as a separate book which relates to all Soviet military topographic city plans worldwide.)

In the bottom-center of the southern sheet there is a large street index. Approximately 450 streets are named and locatable on the primary map via an alphanumeric code to the right of each respective street name. We have not translated this street index.

In the lower right-hand corner of the southern sheet there is a textual section entitled "Description." This we have translated in its entirety.

Description

General

Santiago is the capital of the Republic of Chile, the seat of Santiago Province, the most important economic and cultural center of the country, a major rail and road hub, and has an international airport. It is located in the Andes, in a valley between the Coastal and Patagonian Cordilleras, on the Mapocho River, 90 km [56 mi.] from the Pacific coast. In 1972, it had a population of 3.4 million (including suburbs), and an area of some 600km² [230 sq.mi.].

Surrounding area

The city extends along the foothills of the main ridge of the Andes or Cordilleras; on the northeast and east, the range's spurs reach right up to the city limits. The valley floor (elev. 450–600 meters [1,500–2,000 ft.] above sea level) is hilly to slightly mountainous, sometimes flat, and dissected by a dense network of rivers, streams, and irrigation canals. The spurs of the main range (elev. 3,000–6,000 meters [9,800–19,700 ft.] above sea level) have narrow, serrated crests and sharp peaks; their sides are steep, dissected by deep, narrow river valleys. The highest parts of the continental divide are permanently snow-capped and glaciated. There are extinct and active volcanoes, whose activity is linked to extensive lava flows. The coastal ranges of the Cordilleras (elev. 1,500–2,000 meters [4,900–6,600 ft.] above sea level) have flat or wavy crests and rounded peaks. They are divided by broad (400–700 meters [1,300–2,300 ft.]) river valleys, which become much broader on entering the valley, sometimes reaching 10 km [6 mi.].

Soils on the valley floor and lower mountainsides are clayey and loamy, with high rubble content; in the mountains, they are rocky and stony; in the major river valleys they can be sandy and pebbly. Rivers are primarily small (5–20 meters [16–66 ft.] wide) with fast currents. The largest water barriers on the nearby approaches to the city are the Mapocho and Maino Rivers; their widths near the city are 25–50 meters [82–164 ft.]; in flat areas they divide into several channels. Rivers rising on the sides of the Coastal Cordilleras are highest during the rainy season (May to August) and

during the mountain snow melting season (January). The rest of the year they are shallow. Rivers flowing off the sides of the main ridge of the Cordilleras are high only during the season of heavy snow and ice melting in the mountains (January to March); at this time considerable daily fluctuations in water level can be observed. The rest of the year the rivers are very shallow, and the smaller ones dry up entirely.

Nearly the entire valley floor is plowed and planted in grains, oil crops, sugar beets, orchards, and vineyards. Small poplar and eucalyptus thickets have survived here and there along irrigation canals. On the lower mountainsides, sparse woodlands alternate with thorn bush and cactus thickets; small evergreen forests are also seen. Above 2,000 meters [6,600 ft.] above sea level, stunted deciduous woodlands are seen, alternating with cactus thickets and extensive grassy areas.

Off-road vehicular travel in the valley is limited by the numerous rivers and canals (the latter may be 3–10 meters [10–33 ft.] wide), and by rock walls around fields and orchards. Vehicular traffic in any direction within the city is supported year-round by a dense network of roads. Improved highways (including a segment of the Pan American Highway) have asphalt pavement and roadways 5–6 meters [16–20 ft.] wide. Other highways are rubble, with roadways up to five meters [16 ft.] wide. Improved unpaved roads are reinforced in places by the addition of rubble. When dry, unpaved roads become very dusty and decamouflage vehicular travel. Roadbeds are frequently washed out during floods. In the mountains, there are few roads. They generally have steep grades and turns and are prone to rock falls.

The area around Santiago is well populated, with many cities (from 2,000 to 10,000 residents) and rural populated places (from 100 to 200 homes). City development is dense in the center, sparse on the outskirts. Houses are one- to three-story stone or wood structures. The outskirts have rich cottages, buried in greenery, and areas of poverty with shanty towns. The cities are electrified, with telephone and telegraph service. Rural populated places are clusters of unfired brick huts with thatched roofs. Water supplies for populated places are rivers, irrigation canals, springs, and wells.

Santiago is easily recognized from the air by its position in the center of the country, in a broad intermontane valley on the Pacific coast, at a road hub through which a main railroad and the Pan American Highway pass. Reliable shelters within the city limits include railroad tunnels (Feature 60); in the mountains, there are underground mines and shafts for mineral extraction, as well as narrow river valleys.

Copper and molybdenum ore deposits are mined near Santiago. Sixty km [37 mi.] southeast of the city, in the center of an extinct volcano 2,800 meters [9,200 ft.] above sea level, is El Teniente, the world's largest underground copper mine.

City lands

The city's overall plan is nearly rectangular, but free in the northeast. Streets are straight and broad (with avenues up to 60 meters [200 ft.] wide), asphalt paved, and many are tree-lined. Development is dense, solid in places, and sparse on the outskirts. Houses are stone, mostly two or three stories, wide with interior courtyards. On the left bank, where Mt. Santa Lucía rises (elev. 634 meters [2,080 ft.] above sea level, height 108 meters [354 ft.]), are the administrative and business district, the most affluent residential districts, developed mostly with three- and four-story stone houses, including palaces in the old Spanish style and contemporary multi-story (8- to 12-story) buildings. Here we find the La Moneda Palace (the former presidential residence), which currently houses the Ministries of Foreign and Internal Affairs (Feature 22), the building of the former National Congress (Feature 30), other ministries, including that of national defense (Feature 24), the city hall, the main post office (Feature 26), the central telegraph office (Feature 58), banks and headquarters of trading and industrial companies, foreign embassies, major educational institutions, and the archbishop's palace. Most industrial enterprises are concentrated south of the center, along the railroads. The city is well landscaped, with many parks, squares, and tree plantings within the blocks.

Santiago is home to three universities—the Chilean (Feature 64), Technical, and Catholic (Feature 63), as well as the Chilean Academy of Sciences, academies of natural sciences, history, and linguistics, a nuclear research center (Feature 72), institutes of Antarctic studies, experimental medicine, and bacteriology (Feature 20), an astronomical observatory (on Mt. San Cristobal, JI-18) and several other institutions of higher education and scientific research.

Santiago houses a number of military and educational institutions, including the Air Force Academy (Feature 1), the Naval Polytechnic Academy (Feature 2), the Air Force Military Technical School (Feature 65), and other military schools (Features 66-70), as well as an air force base (Feature 6) and a military village (Feature 10).

Industry and transportation

Santiago enterprises produce more than half the output of the nation's processing industry. The best developed are the machine-building and metalworking (including electrical engineering), the chemical (including pharmaceuticals and rubber), the textile, garment, leather and footwear, food, and printing industries. The city's main enterprises include: a copper smelter and sheet rolling mill (Feature 17), an auto plant (Feature 15), an electronics factory (Feature 18), and a communications device factory (Feature 19).

Four railroads leave the city. The rail hub includes six stations, the largest of which is the Alameda passenger and freight station with the Central Station (Feature 54), with elaborate track and storage facilities and a freight station (Feature 50). There is a large locomotive depot (Feature 14). The freight station (Feature 50) has railroad shops, and the Yungay freight station (Feature 53) has machine shops.

Santiago has four airports. Pudahuel International Airport (Feature 4) has two paved runways 3,175 meters [10,416 ft.] and 3,080 meters [10,104 ft.] in length, as well as a taxiway suitable for emergency landings, and an instrument landing system to support operations under adverse conditions. El Bosque Field (Feature 3) has three paved runways 2,030 meters [6,660 ft.], 1,080 meters [3,543 ft.], and 1,225 meters [4,019 ft.] in length. Eulogio Sánchez (Tobalaba) Airport (Feature 5) has two paved runways each 1,030 meters [3,379 ft.] in length. Los Cerrillos AFB (Feature 6) has an airfield with a concrete runway 2,340 meters [7,677 ft.] in length, navigational aids to support flights under adverse conditions, hangars, and warehouses. There is a landing area (X-21).

Utilities and health care facilities

The city receives electric power from local thermoelectric power stations, as well as hydropower stations located on rivers of the main range. The city has gas, water, and sewer service. The principal water sources are rivers and reservoirs. Urban transportation is by bus and tram, and a subway is under construction. Long-distance telephone and telegraph service is available. Several radio stations (incl. Feature 47) and a television center are operational. The city has several hospitals, two military hospitals (Features 11, 12) and other health care facilities.

Valparaíso and Viña del Mar

Introduction to Valparaíso and Viña del Mar City Plan

The Valparaíso and Viña del Mar city plan product was published in 1978 but compiled from unspecified materials of 1976 and earlier vintage. It was originally classified "Secret" by Soviet military authorities.

This is a one-sheet city plan, and measures 95 by 67 centimeters in the original print edition.

The Valparaíso and Viña del Mar city plan's primary map is 1:25,000 scale and covers a territory of 19 kilometers east to west by 15 kilometers north to south (approximately 236 square kilometers of urban and oceanic territory considering the area not depicted because of the inset map). The product contains a small inset map (located in the lower right of the primary map) whose scale is 1:200,000, and the territory depicted here is approximately 50 by 50 kilometers or 2,500 square kilometers. The contour interval on the primary map is 10 meters and 40 meters on the inset map. Bathymetry is shown by isobaths and depth points on both the primary and inset maps.

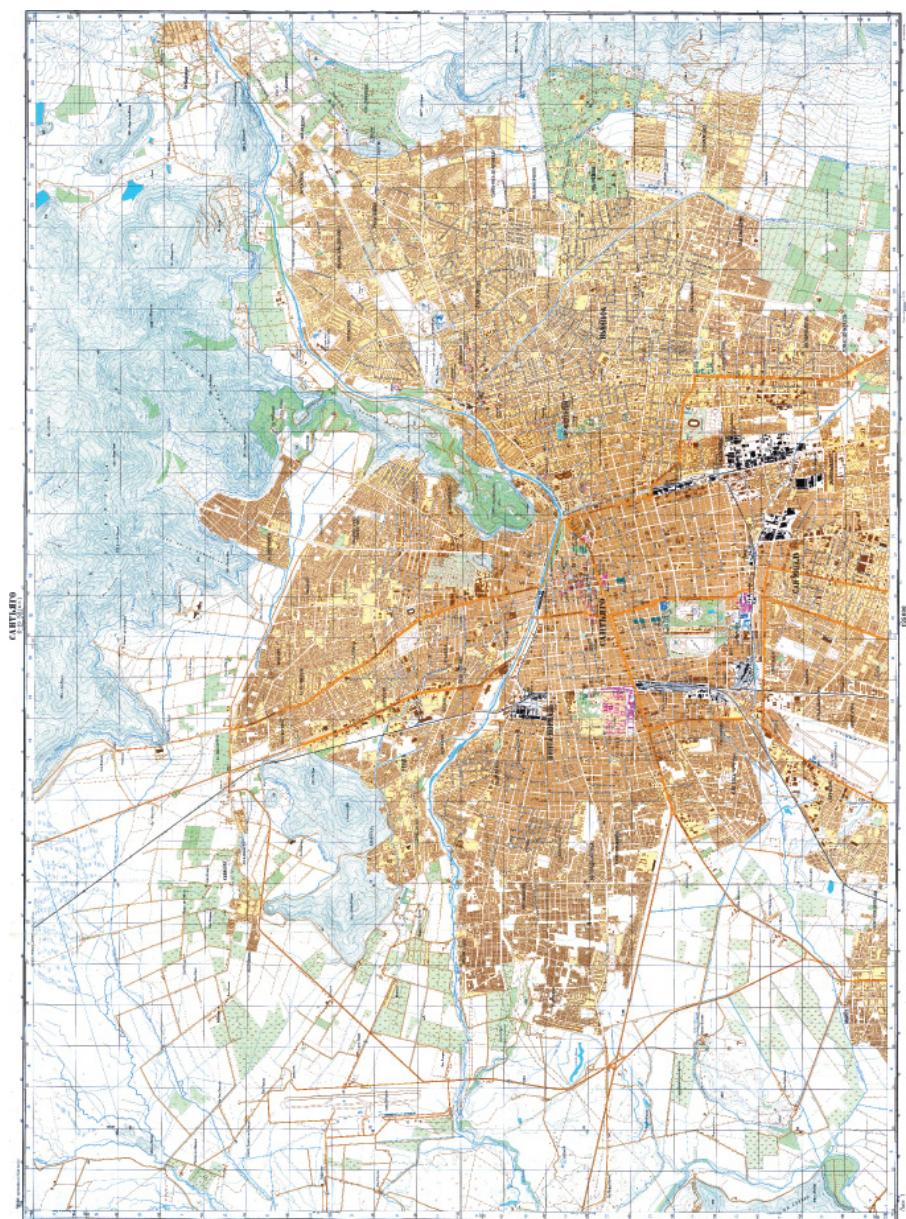
List of Important Features

<i>Feature No.</i>	<i>Description</i>	<i>Map Location</i>
1	Air Force Academy	P-21
2	Air Force Polytechnic Academy	O-16
3	El Bosque Field and AFB	IO-13
4	Pudahuel International Airport	I-3
5	Eulogio Sánchez (Tobalaba) Airport	II-26
6	Los Cerrillos AFB	Y-12
7	Banks: Arabian, Franco-Italian, London, South American	H-16
8	Banks: Spanish-Chilean, National Labor, and others	H-16
9	Banks: National, Land, and others	O-16
10	Military city, Cazadores Communications School	H-20
11	Military hospital	JI-20
12	Carabineers Central Hospital	O-20
13	Group of textile enterprises	T-19
14	Locomotive Depot	C-14
16	Automotive Equipment Plant	T-17
16	State Military Plant (FAMAE)	C-15
17	Copper Smelter and Sheet Rolling Mill	Y-18
18	Electronics Plant	C-19
19	Railroad Communications and Signal Plant	M-13
20	Bacteriological Institute	P-19
21	UN Economic Commission for Latin America (ECLA)	II-21
22	Ministries: Internal Affairs, Foreign Affairs (La Moneda Palace, former presidential residence)	O-16
23	Ministry of Colonial Territories	H-16
24	Ministry of National Defense	O-16
25	Ministry of Justice	H-15
26	Santiago City Hall and Main Post Office	H-16
27	Las Condes Municipal Administration	JI-21
28	Muñoa Municipal Administration	II-21
29	Providencia Municipal Administration	M-20
30	Former National Congress	H-16
31	Argentine Embassy	H-16
32	Belgian Embassy	O-15
33	British Embassy	H-16
34	Former Hungarian Embassy	JI-20
35	Former East German Embassy	K-21
36	Former Vietnamese Embassy	H-20
37	Indian Embassy	M-18
38	Chinese Embassy	JI-21
39	Former Cuban Embassy	K-21
40	Former Bulgarian Embassy	JI-20
41	Former Polish Embassy	M-20
42	Former Soviet Embassy	JI-22

<i>Feature No.</i>	<i>Description</i>	<i>Map Location</i>
43	US Embassy	O-15
44	French Embassy	H-18
45	German Embassy	H-15
46	Former Czechoslovak Embassy	H-14
47	Radio station	H-2
48	Fuel and lubricants depot	Ba-27
49	Air Force services and service units	C-15
50	Freight railroad station and railroad shops	Га-12
51	San Diego railroad station	C-17
52	Santa Elena railroad station	P-18
53	Yungay freight railroad station and machine shops	M-13
54	Alameda passenger and freight Railroad Station	II-13
55	Mapocho passenger and freight Railroad Station	M-16
56	Ñuñoa passenger and freight Railroad Station, warehouses	II-18
57	Supreme Court	H-16
58	Central state telegraph office	H-16
59	Commercial telegraph office	H-16
60	Railroad tunnel	H-13
61	Prison	C-15
62	University and university city	O-13
63	Catholic University	H-17
64	Chilean University	O-16
65	Air Force Aeronautics Directorate and Air Force Military Technical School	O-16
66	Air Force Aviation Specialists and Communications School	II-15
67	Air Force Aviation School	II-15
68	Bernardo O'Higgins Military School	K-22
69	Military school (infantry)	Га-24
70	Military NCO School	II-15
71	Carabineers Training Center	O-20
72	Nuclear research center	M-28
73	Motorized artillery regimental headquarters and units	II-15
74	Headquarters of military Junta, residence of the President of Chile	H-17
75	Thermal power station	C-13

At the upper right-hand corner of the map sheet is a "List of Important Features." This list is translated into English in its entirety for all 20 listed features.

In the lower left-hand corner of the map sheet is a modest legend and symbols key which assists in interpreting governmental, military, and key industrial features by color, as well as symbols for other buildings and various roads. It is not translated. (A full legend and symbols key is issued as a separate book which relates to all Soviet military topographic city plans worldwide).



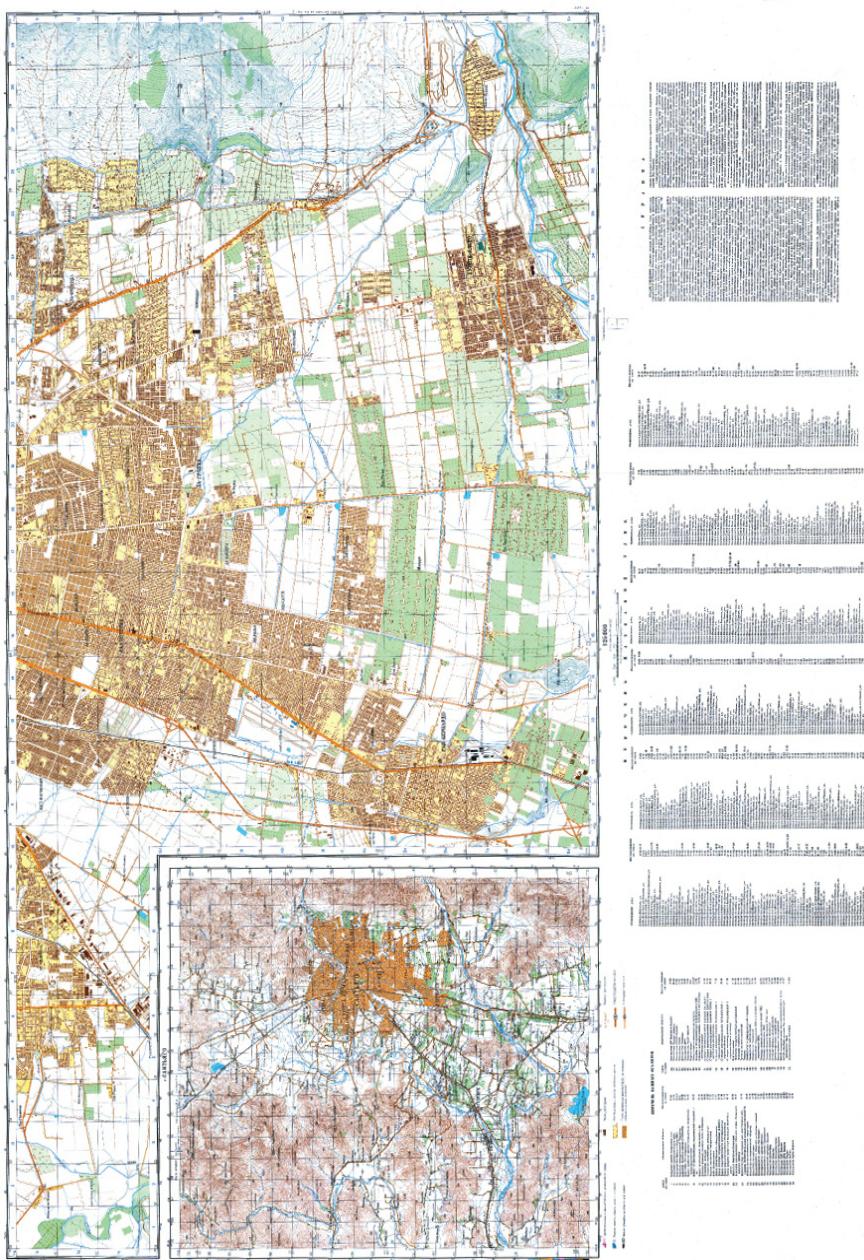


Figure 1. Santiago city plan, northern and southern section.

In the center-right side of the map sheet there is a street index. Approximately 80 streets are named and locatable on the primary map via an alphanumeric code to the right of each respective street name. We have not translated this street index.

In the lower right-hand corner of the map sheet there is a textual section entitled "Description." This we have translated in its entirety.

Description

General

Valparaíso and Viña del Mar are cities on the Pacific coast of Chile, which form a conurbation. Valparaíso is the administrative seat of Valparaíso Province, the second most populous city (after Santiago); together with Viña del Mar it is a leading industrial center. Both cities are linked by road to other cities in the country, including Santiago; railroads link them to Santiago and the town of Las Ventanas (20 km [12 mi.] to the north), a copper mining area, and Buenos Aires (the capital of Argentina). Maritime trading port and naval base. The cities are located at the feet of the Coastal Cordilleras, 95 km [59 mi.] northwest of Santiago and 140 km [87 mi.] west of the national border with Argentina. In 1975, the population of Valparaíso was 249,000, and that of Viña del Mar was 234,300. The cities occupy a total area of 59 km² [23 sq.mi.].

Surrounding area

A narrow strip of coastal lowland extends along the coast. On the land side, spurs of the Coastal Cordilleras (400–600 meters [1,300–2,000 ft.] above sea level) reach right up to the cities. Their crests are broad, and their peaks are domed or flat. The slopes are 5°–15°, dissected by river valleys, ravines, and washes. The Coastal Cordilleras (1,000–2,000 meters [3,300–6,600 ft.] above sea level) form a natural barrier 30 km [19 mi.] east of the cities. The mountain ranges are narrow, the peaks rounded or angular. The eastern slopes are 10°–20°, the western ones up to 30°. Soils around the cities are predominantly pebbly loam, less often loam or sandy loam with pebbly admixtures; rocky and stony soils prevail in the mountains. The area is located in a seismically active zone where destructive earthquakes are frequent.

The largest water barrier on the north (10 km [6 mi.] away) is the Aconcagua River (100–300 meters [330–980 ft.] wide). Other rivers are small, 5–10 meters [16–33 ft.] wide (the Marga-Marga is up to 100 meters [330 ft.] wide at the mouth). Rivers are highest in winter (July and August), during the rainy season; the rest of the year they are shallow. Only in summer, when snow melts in the mountains, does the water level rise somewhat.

Natural vegetation on the coast consists of evergreen shrubs, among which are small thickets of evergreen trees or cactus groves. On the mountainsides (up to 2,000 meters [6,600 ft.] above sea level) are sparse woodlands, alternating with cactus groves. Cultivated lands near the cities are planted in grains (wheat, barley), vegetables, and grapes.

The road network is relatively well developed. The Santiago–Valparaíso–Viña del Mar highway has asphalt pavement up to 6 meters [20 ft.] wide. The remaining highways are rubble or gravel, with roadways up to 5 meters [16 ft.] wide. Improved earthen roads are reinforced in places with rubble. Most unpaved roads are dusty when dry, but during the rainy season become very muddy. In the mountains, roads have many sharp turns and steep grades, and travel is also dangerous there due to possible rock slides.

The suburbs are densely populated. The cities (20,000–40,000 residents) consist of small trading and industrial centers with mainly light and food industrial enterprises. Their development is primarily dense. Houses are one to three stories tall, of stone and wood. The cities are electrified and have telephone service. The usual type of rural populated places is the small village, densely developed with unfired brick huts with thatched roofs.

Water sources for populated areas are rivers, lakes, and wells. The seacoast is poorly dissected. The shore of Valparaíso Bay is largely low and flat, with sandy shores up to 80 meters [263 ft.] wide in places; within the city limits it is partly reinforced with concrete walls, only high and steep in a few places. Southwest of Valparaíso, the shore is mostly rocky and steep. Underwater and tidal rocks, stones, and underwater reefs are found nearly everywhere along the coast. The offshore waters are deep. Depths of five meters [16 ft.] are found within 25–200 meters [80–660 ft.] of shore, and 10-meter [33-foot] depths are at 170–300 meters [560–980 ft.] (these and other depths sometimes come right up to the shore).

The bottom is sand and silt, with stones in places. Tides are semidiurnal, with an average height of 0.9 meter [3.0 ft.]. Storms are rare. High seas are most frequent from June to August.

From the air, Valparaíso and Viña del Mar can be identified by their position in Valparaíso Bay, northeast of Caraumilla Point, and also from Lake Penuelas (11km [7 mi.] southeast of Valparaíso), and by the port facilities and road network.

City lands

Valparaíso and Viña del Mar are arranged in an amphitheater around Valparaíso Bay (the developed strip is up to 1.5 km [0.9 mi.] deep here), and also along the slopes of the adjacent hills. The cities have no unified planning system; the layout of most of Valparaíso, located in the coastal lowlands, as well as that of Viña del Mar, is rectangular or nearly so, but areas stretching along the mountainsides follow the terrain. The old city (the historic core of Valparaíso) is south and southwest of

the Barón railroad station (Feature 17). It is densely developed with massive old two- to four-story stone buildings with thick walls and deep basements. The old city concentrates most of the city and province's administrative and business institutions; it also has many large supermarkets and tourist and recreational businesses. The residential quarters of Valparaíso and Viña del Mar are densely developed, only sparsely in places. In the most affluent neighborhoods, which stretch along the coastal lowlands, valleys of creeks flowing from the mountains, and on the lower mountainsides, one- to three-story stone and wooden homes prevail, among which rise individual buildings of reinforced concrete, aluminum, and glass. In working-class neighborhoods, which occupy the upper mountainsides, homes are primarily wooden, attached by one wall to the mountainside and arranged in steps one above the other; their flat roofs often serve as the yards for the next house up. Here we also find many unfired brick huts.

Main roads are wide, asphalt or cobblestone, straight in the better neighborhoods; other streets are much narrower (3–5 meters [10–16 ft.] in places), and usually unpaved. In districts whose development follows the terrain, streets are generally curved, following the slopes and duplicating their bends. There are many staircase streets here. Most industrial enterprises are located on the northern margins of Viña del Mar, with some found close to the port. The old city of Valparaíso and affluent neighborhoods of both cities are very green. Streets are often lined with boulevards, and there are plazas and lawns; elsewhere in Valparaíso and Viña del Mar there is hardly any greenery. Valparaíso has two universities (Features 19 and 20), a polytechnic institute and a Naval Academy. The cities have many churches, which rise above the city structures. The cities house: an infantry regiment (Feature 10), a Naval Barracks (Feature 8), a Naval Munitions Depot (Feature 13) and Naval fuel and lubricant depots (Features 14 and 15).

Industry and transportation

The leading industries of Valparaíso and Viña del Mar are machinery (especially shipbuilding and ship repair) and metallurgy. The metalworking, chemical, and oil refining industries are well developed. Important military-industrial facilities include: a shipyard (Feature 7), a metallurgical plant (Feature 6), and an oil refinery. Several small lumber mills operate here. There are textile (cotton and wool) and food enterprises (incl. sugar and oil mills and fish canneries). Cottage industries that make clothing, pottery, and home furnishings have been retained. Valparaíso has two railroad stations (Features 17 and 18). The larger of these is Barón freight and sorting station (Feature 17), with elaborate track and storage facilities. The station has a locomotive yard (Feature 5). The Port of Valparaíso is one of the biggest Pacific ports in South America (handling more than half the imports and much of the exports); the port's annual throughput is over one million tonnes [1.1 million

short tons]. The main facilities of the port and naval base (Feature 16) facing the ocean are protected by the 525-meter [1,722-foot] Abrigo Mole (Ж-8), whose inner side is equipped with docks. In addition, there are three piers, two reinforced concrete docks, and an oil harbor (Viña del Mar district) with three underwater pipelines for tanker loading (water depths at the pipeline terminals are 10–27 meters [33–88 ft.]). The docks have a total length of 21.3 km [70,000 ft.], with water depths of 7–13 meters [23–43 ft.] at the docks and up to 27 meters [88 ft.] at the piers. Port operations are mechanized. There are 70 shore cranes with capacities of 1.5 to 90 tonnes [1.65–99.2 short tons], one floating crane (100 tonnes [110 short tons]), two coal loaders (400 tonnes [440 short tons]/hr), and five conveyors. Many of the docks are served by rail lines. The port has warehouses. Southeast of Abrigo Mole is an anchorage with depths of 30–42 meters [98–138 ft.]. The naval base has shipbuilding and repair yards, a floating dock for ships with displacements of up to 4,500 tonnes [4,430 deadweight tonnage], and slips. There are three airfields near the cities (Features 1–3).

List of Important Features

<i>Feature No.</i>	<i>Description</i>	<i>Map Location</i>
1	Airfield	36-60 (inset)
2	Airfield	64-60 (inset)
3	El Belloto Field	64-72 (inset)
4	Military hospital	Ж-6
5	Railroad locomotive depot	3-9
6	Metallurgical plant	Д-15
7	Shipyard	Д-14
8	Naval Barracks	Д-6
9	Landing field	76-68 (inset)
10	Maino 2nd Infantry Regiment	Ж-6
11	Naval radio station	Г-15
12	Naval radio station	В-18
13	Naval munitions depot	Ж-5
14	Fuel and lubricant depots	32-64 (inset)
15	Fuel and lubricant depots	Г-15
16	Port of Valparaíso warehouses and facilities	Ж-7
17	Barón freight and sorting railroad station	И-9
18	Puerto passenger and freight railroad station	3-7
19	University	3-10
20	Catholic University	И-9

Utilities and health care facilities

The cities are electrified, with power coming from a thermal power station south of Valparaíso. The old city of Valparaíso and affluent neighborhoods of both cities have city water and sewers. Most of the hillier districts have very poor water supplies, and water is often delivered by hand. The sanitary conditions in these areas are unsatisfactory. In addition, fires break out frequently, and the poor water supply makes fighting them difficult. Urban transportation is by bus. In areas located on mountainsides, there are various lifts. The cities have modern means of communications, as well as two operational naval radio stations (Features 11, 12). A petroleum product pipeline has been built from Concón (14 km [9 mi.] farther north than the cities), which delivers products of the oil refinery to Valparaíso. There is a military hospital (Feature 4) and numerous other health care facilities.

Antofagasta

Introduction to Antofagasta City Plan

The Antofagasta city plan product was published in 1979 but compiled from unspecified materials of 1977 and earlier vintage. It was originally classified "Secret" by Soviet military authorities.

This is a one-sheet city plan, and measures 88 by 92 centimeters in the original print edition.

The Antofagasta city plan's primary map is 1:25,000 scale and covers a territory of 19 kilometers east to west by 21 kilometers north to south (approximately 369 square kilometers of urban, oceanic and surrounding territory considering the area not depicted because of the inset map). The product contains a small inset map (located in the upper right of the primary map) whose scale is 1:200,000, and the territory depicted here is approximately 40 by 44 kilometers or 1,760 square kilometers. The contour interval on the primary map is 10 meters and 40 meters on the inset map. Bathymetry is shown by isobaths and depth points on both the primary and inset maps.

At the upper right-hand corner of the map sheet is a "List of Important Features." This list is translated into English in its entirety for all 20 listed features.

In the lower left-hand corner of the map sheet is a modest legend and symbols key which assists in interpreting governmental, military, and key industrial features by color, as well as symbols for other buildings and various roads. It is not translated. (A full legend and symbols key is issued as a separate book which relates to all Soviet military topographic city plans worldwide).

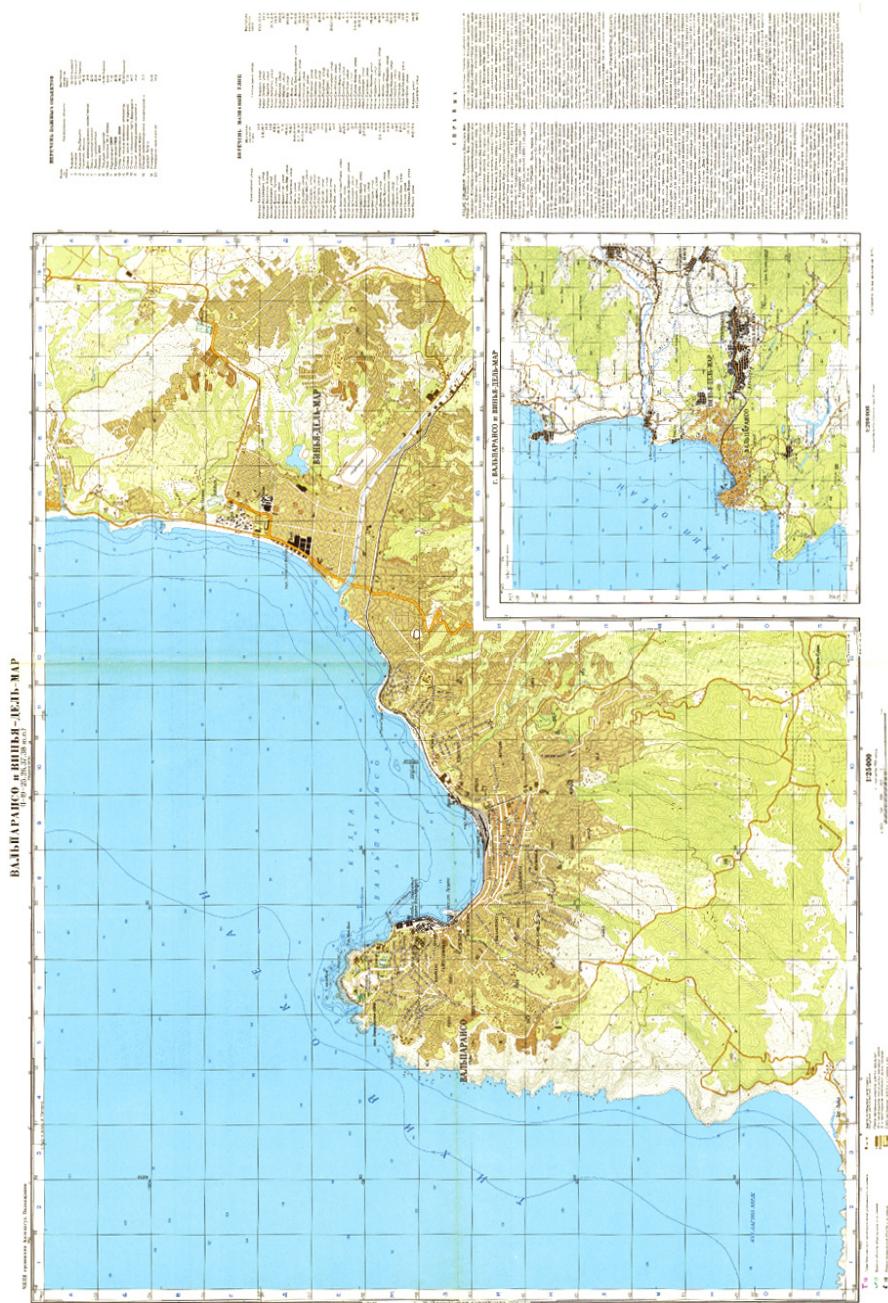


Figure 2. Valparaíso and Viña del Mar city plan.

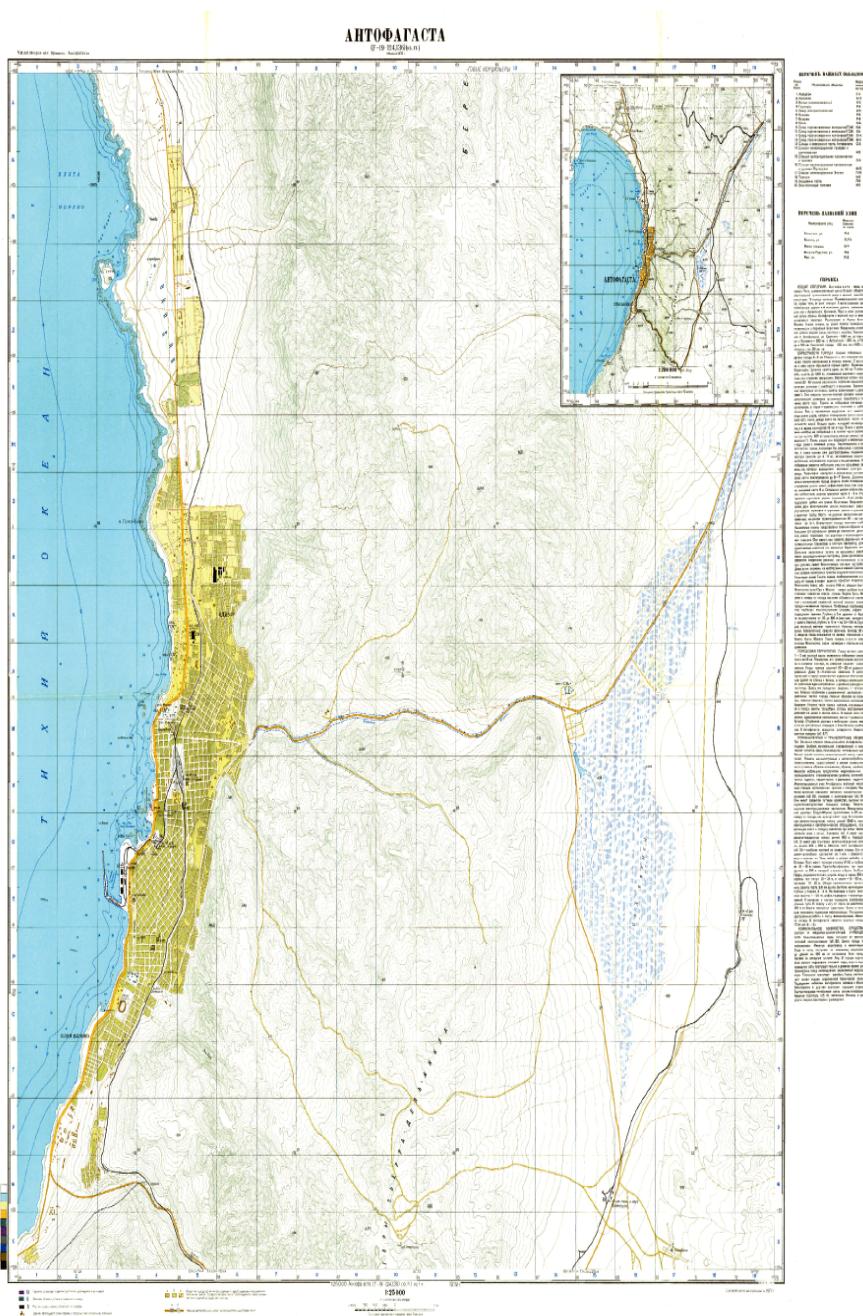


Figure 3. Antofagasta city plan.

Immediately beneath the “List of Important Features” is a modest street index. Five streets are named and locatable on the primary map via an alphanumeric code to the right of each respective street name. We have not translated this street index. Beneath the street index there is a textual section entitled “Description.” This we have translated in its entirety.

Description

General

Antofagasta is a city in northern Chile, the capital of the Second Region, a large industrial center and important transportation hub. The Pan American Highway passes near the city; in addition, it is served by three major roads and four railroads that connect it to Argentina, Bolivia, Peru, and the entire national road network. Antofagasta has a seaport and an international airport. It is located on the shores of Moreno Bay on the Pacific Ocean, on a narrow strip of coastal lowland at the feet of the Coastal Cordillera, in a copper, saltpeter, and silver mining area. Distances from Antofagasta: 1,080 km [670 mi.] to Santiago, 280 km [175 mi.] to the Bolivian border, 340 km [210 mi.] to the Argentine border, 700 km [435 mi.] to the Peruvian border. In 1975, the city had a population of 150,000 and an area of 20 km² [7.7 sq.mi.].

Surrounding area

The width of the coast near the city is 2–3 km [1.2–1.9 mi.]. The surface is exposed sand, sloping gently toward the ocean. The Coastal Cordillera rises abruptly on the east. The width of the range here is about 60 km [37 mi.]. The crest (elev. to 1,000 meters [3,300 ft.] above sea level) is broad and smooth with rounded or flat tops; the treeless mountainsides with slopes of 20°–40° are heavily dissected by deep canyons (*quebrados*) and ravines.

The closed intermontane basins are filled with salt flats (*salaras*), covered in a thick, dense salt crust that permits tracked vehicles to travel year round. Soils are sand to sandy loam on the coast, rocky, stony, or rubbly in the mountains. There are no rivers with permanent flows, only dry channels that fill with water episodically (once every few years) for a few hours after a rainstorm. Precipitation does not occur every year, and is very light (9 mm [0.35 in.] per year). Night fogs (*camanchacas*) are typical in winter and spring (May to November) along the coast and in the foothills (up to 600 meters [2,000 ft.]). These very rarely pass into drizzle, and still more rarely into rain.

Vegetation in the surrounding area is desert. Lichens, cactuses (up to 4–5 meters [13–16 ft.] tall), and evergreen thorn bushes, as well as individual trees occur along

the coast and on the mountainsides and in dry river beds. There are small parcels of irrigated land along the coast, where cereals and vegetables are grown.

The region is in a seismically active zone; earthquakes reaching six to seven points [on the Modified Mercalli Scale] are common.

The road network near the city is poorly developed. Improved highways have asphalt pavement and roadways 6 meters [20 ft.] wide. Other highways are asphalt or rubble, with roadways 6–8 meters [20–26 ft.] wide. Improved unpaved roads (3–6 meters [10–20 ft.] wide) are reinforced by the addition of rubble or gravel. Other than the two main highways, the Coastal Cordilleras are crossed by occasional unpaved or improved unpaved roads to mines and pack animal trails. Road bridges are metal or stone, with capacities of 60 tonnes [66 short tons] on highways and under 10 tonnes [11 short tons] on unpaved roads.

The area around the city is sparsely populated. Populated places consist mainly of small settlements (from several houses to several tens of houses) at mines and railroad stations. These generally have radial or rectangular layouts and dense development. Houses are single-story stone or iron shanties. Rural populated places on irrigated lands are widely dispersed, with single-story stone houses. Indian villages in mountain valleys have asystematic dense development, with houses made of undressed stones. Sanitary conditions in populated places are unsatisfactory.

The Pacific shoreline is poorly dissected; the rocky Mejillones Peninsula (max. elev. 1,148 meters [3,766 ft.] above sea level) protrudes into the ocean north of the city, forming Mejillones del Sur and Moreno Bays, the most convenient natural harbors in the northern part of the country. North of the city, the shores of Moreno Bay are high, steep, and rocky, with a tidal rocky strip; south of the city they are low and sandy. The coastal waters are deep, with numerous rocks, reefs, and underwater rocks. Water depths of 5 meters [16 ft.] occur 25 to 600 meters [82–2,000 ft.] from shore (occasionally at the very shoreline); depths of 10 meters [33 ft.] occur at 75–750 meters [245–2,460 ft.]. The sea floor is sandy, or stony in places. Tides are irregular and diurnal; the average tide is 1.6 meters [5.2 ft.] high.

From the air, the city can be recognized by its position on the shore of Moreno Bay of the Pacific Ocean, south of Mejillones Peninsula, and by its size and port facilities.

City lands

The city extends in a narrow strip (1–2 km [0.6–1.2 mi.]) wide along the sea coastal lowland for nearly 15 km [9 mi.]. Its layout is rectangular, development is mostly dense, but sparse in the northern outskirts. Streets are straight and broad (10–20 meters [33–66 ft.]) and paved with asphalt. Houses are two- to five-story wood

structures. The downtown area (near the port) has individual multistory buildings of concrete and glass, which house various administrative and business institutions and hotels. Here, too, we find areas of one- and two-story mansions with sparse development. In various parts of the city, mainly on the outskirts, there are neighborhoods densely developed with iron shanties. The lower parts of the mountainsides descending to the city are filled with slums jam-packed with shacks made of boards and tin sheeting. The city has no greenery; the only green place is the coastal boulevard. Isolated trees and small lawns occur in central squares and near rich homes. Antofagasta has a university. It has military barracks (Features 6, 7).

Industry and transportation

Antofagasta's main industries are food (fish, flour milling, beer brewing) and chemicals (sulfur refining, production of mineral fertilizer, sulfuric acid, coal tar, dye-stuffs). Machine-building and metal working (electrical engineering, shipbuilding) and light (mainly tanning, footwear, and garment) industries are developed. There are small copper smelters and a building materials industry (cement, reinforced concrete products, ceramic and faience products).

Antofagasta's rail hub includes several stations, layover areas, and platforms. The biggest stations are a passenger and freight station (Feature 15) and a freight and sorting station (Feature 14). They have elaborate track facilities, high loading and unloading platforms, and warehouses. There are large railroad shops.

Cerro Moreno International Airport (located 25 km [16 mi.] north of the city, see inset) has one concrete runway 2,042 meters [6,699 ft.] in length, and aeronautical equipment and lights that permit planes to take off and land in all weather conditions day or night. One airfield (Feature 1) has one runway 900 meters [2,950 ft.] in length; another (Feature 2) has two unpaved runways 875 and 650 meters [2,870 and 2,130 ft.] in length.

Antofagasta's seaport (Feature 13) is the biggest in the northern part of the country. Its annual throughput is about one million tonnes [1.1 million short tons]. It exports copper and saltpeter from Chile, and tin and other metals from Bolivia. The port has an anchorage (H-3) with water depths of 22–39 meters [72–128 ft.], Puerto Artificial harbor, three piers (each 250 meters [820 ft.] in length) and an anchorage in La Poza Cove. The harbor is protected by moles; the width of the harbor entrance is 200 meters [660 ft.], and water depths are 20–23 meters [66–75 ft.] at the entrance, 16–35 meters [52–115 ft.] in the harbor, and 10–20 meters [33–66 ft.] at the docks. The total length of dock frontage at the port is 3.6 km [11,800 ft.]. La Poza Cove is shallow, with water depths of 3–5 meters [10–16 ft.] at its piers. The approaches to the cove have many rocks (height 1–2.5 meters [3.3–8.2 ft.]), reefs, and underwater and tidal rocks. The docks and piers are served by rail spurs. North and south of the port, 250 meters [820 ft.] from shore, are mooring buoys, served by underwater oil pipelines. Cargo handling operations at the port are

mechanized. It has warehouses. Antofagasta has large fuel and lubricant storage depots (Features 9-12).

Utilities, communications and health care facilities

The city draws electricity from a local thermal power station (Feature 20). The downtown area has gas service. The city has water and sewer service. Water enters the city via an above-ground aqueduct about 250 km [155 mi.] long from sources near the city of Calama on the western slope of the Andes. The city suffers from an acute shortage of potable water; water mains carry water only in daytime, while desalinated seawater is used for processing needs. Urban transportation is by bus. The city has all forms of modern technical communications. Antofagasta is linked by underwater cables to Iquique, Valparaíso, and other major cities of the country. Telephone connections within the city are automated. There is a main hospital (Feature 4), several local hospitals, and a series of other health care facilities.

List of Important Features

<i>Feature No.</i>	<i>Description</i>	<i>Map Location</i>
1	Airfield	Г-4
2	Airfield	X-17
3	Main railroad station	H-6
4	Hospital	P-4
5	Electrical plant	И-6
6	Barracks	P-3
7	Barracks	P-4
8	Post office	O-4
9	Fuel and lubricants depot	K-4
10	Fuel and lubricants depot	Л-4
11	Fuel and lubricants depot	Л-14
12	Fuel and lubricants depot	M-4
13	Warehouses and facilities of the Port of Antofagasta	O-3
14	Freight and sorting railroad station	H-5
15	Passenger and freight railroad station	O-4
16	Portezuelo passenger and freight railroad station	Ф-15
17	O'Higgins railroad station	П-19
18	Customs house	H-4
19	Port Administration	П-3
20	Thermal power station	K-5

Introduction to Concepción and Talcahuano City Plan

The Concepción and Talcahuano city plan product was published in 1979 but compiled from unspecified materials of 1975 and earlier vintage. It was originally classified "Secret" by Soviet military authorities.

This is a one-sheet city plan, and measures 83 by 89 centimeters in the original print edition.

The Concepción and Talcahuano city plan's primary map is 1:25,000 scale and covers a territory of 17.5 kilometers east to west by 20 kilometers north to south (approximately 308 square kilometers of urban and oceanic territory considering the area not depicted because of the inset map). The product contains a small inset map (located in the upper center of the primary map) whose scale is 1:200,000, and the territory depicted here is approximately 40 by 58 kilometers or 2,320 square kilometers. The contour interval on the primary map is 20 meters and 40 meters on the inset map. Bathymetry is shown by isobaths and depth points on both the primary and inset maps.

At the upper right-hand corner of the map sheet is a "List of Important Features." This list is translated into English in its entirety for all 28 listed features.

In the lower left-hand corner of the map sheet is a modest legend and symbols key which assists in interpreting governmental, military, and key industrial features by color, as well as symbols for other buildings and various roads. It is not translated. (A full legend and symbols key is issued as a separate book which relates to all Soviet military topographic city plans worldwide).

Immediately below the "List of Important Features" there is a street index. Approximately 80 streets are named and locatable on the primary map via an alphanumeric code to the right of each respective street name. We have not translated this street index.

Just below the street index there is a textual section entitled "Description." This we have translated in its entirety.

Description

General

Concepción and Talcahuano are cities in Chile. They are located in the central part of the country, 425 km [264 mi.] south of Santiago, on the Pacific coast, at the feet of the Coastal Range of the Andes. Concepción is the capital of Concepción Province, and a cultural center. Talcahuano has a seaport and a naval base, an airport, and is an important fishing center. Together with nearby cities (Huachipato, Hualpencillo, Penco, etc.), they form a major center of the processing industry and an important transportation hub. They are linked by railroads and highways about 50 km [31 mi.] long to the coastal main rail line and the Pan American Highway. In

1973, Concepción had a population of 178,000 and Talcahuano had a population of 139,000; Concepción-Talcahuano region had a total area of about 80 km² [31 sq.mi.].

Surrounding area

On the east and south, the forested and shrubby foothills of the Coastal Range descend right up to the city limits. The broad valleys of the biggest rivers (the Bío-Bío and Andalién), which originate in the Andes, divide them into separate massifs. Peninsulas protruding into the ocean are also hilly. The hills are 50–250 meters [164–820 ft.] high, with rounded or flat tops. Their sides slope gently, and are dissected by small river and temporary stream valleys. The area between the Bío-Bío and Andalién Rivers is nearly flat and open, crossed by irrigation ditches (5–13 meters [16–43 ft.] wide), and swampy along the coast. The Bío-Bío River is 1,400–2,500 meters [4,600–8,200 ft.] wide. The river bottom is sandy, and the channel contains many islets and shoals; flat shores alternate with low escarpments. The remaining rivers are under 40 meters [130 ft.] wide. Rivers are highest in July and August during the winter rainy season; in summer, from November to February, low water prevails, and the rivers become very shallow, some drying up entirely.

Nearby forests are dry deciduous (beech and acacia). Large areas are occupied by cereal fields and fruit orchards. Concepción is served by five main roads. The highways have asphalt or rubble pavement, with roadways 6 meters [20 ft.] or more in width. Improved unpaved roads are reinforced by the addition of rubble or sand. Highway bridges are metal or reinforced concrete with load capacities of 60 tonnes [66 short tons].

The area around Concepción and Talcahuano is sparsely populated. The nearby cities have primarily rectangular or nearly rectangular layouts, with open, sometimes dense development. Houses are one- to four-story stone structures. Streets are narrow, paved with asphalt or rubble. Rural populated places are small. Their development is in open blocks or strips; houses are one- or two-story stone or unfired brick structures. All populated places are electrified and have telephone and telegraph service. The cities have running water; water supply to rural populated places is from rivers, wells, and canals.

The Tumbes Peninsula, which protrudes far out into the ocean, forms two large bays, Concepción and San Vincente. The bays' shores are mostly high (100–150 meters [330–490 ft.]) and steep, sometimes accompanied by small islands and underwater rocks; at the tops of the bays the shores are low and flat, with sandy beaches backed by a broad swampy strip in Concepción Bay. The bays are shallow (max. water depths are 51 meters [167 ft.] in Concepción Bay, 44 meters [144 ft.] in San Vincente Bay); depths of 5 meters [16 ft.] are found 50–550 meters [164–1,800 ft.] from shore, and depths of 10 meters [33 ft.] are 100–1,800 meters [330–5,900 ft.]

ft.] out. The seashore south of the Bío-Bío River is even, low, and flat, with a broad sandy beach, high in places, dissected by small coves.

The cities of Concepción and Talcahuano are easily recognized from the air by the characteristic bend in the shoreline at Arauca Bay and by Santa María Island, the facilities of the Port of Talcahuano, and the buildings of the metallurgical and petrochemical plants. Reliable shelters are narrow forested river valleys in the foot-hills.

City lands

Concepción is located mainly on the right bank of the Bío-Bío River; on the left bank are new developments linked to the downtown area by two highway bridges (Features 11, 12). The city has a clear rectangular layout and solid, sometimes dense development. Houses are predominantly one- and two-story structures in the old Spanish style, with interior landscaped courtyards. The streets, except for main ones, are narrow, permitting only one-way traffic. The major administrative institutions are concentrated here.

The layout of the outskirts of Concepción, like those of Talcahuano, is rectangular, sometimes free. The main streets are relatively broad; the rest are narrow. Development is primarily sparse. Houses are modern multistory structures. Major industrial enterprises are located mainly in nearby cities outside of Concepción and Talcahuano. Concepción has a university (Feature 5) and several secondary special educational institutions. It has two military villages (Features 3, 4), and military instructional centers.

Industry and transportation

The Concepción area is the third biggest center of the processing industry in Chile. Huachipato operates the country's only full-cycle metallurgical works (Feature 7), with an annual capacity of some 650,000 tonnes [716,000 short tons] of steel and 550,000 tonnes [606,000 short tons] of pig iron; a major petrochemical complex (Feature 9) comprising five plants, including an oil refinery; it sends refined petroleum products by pipeline to San Fernando. The area has machine-building enterprises, pulp and paper mills, textile (cotton, wool) mills, and tanning and food industry. Cottage industries are present.

The rail hub includes several stations. The largest of these is the passenger station in Concepción (Feature 22) and the freight and sorting station in Talcahuano (Feature 21). These possess elaborate track and storage facilities and high loading and unloading platforms; the passenger station in Concepción has a depot.

The Port of Talcahuano is located in the southern part of Concepción Bay; it is accessible to large ships. The port has several piers with water depths from 1.8

meters to 8 meters [6–26 ft.] and an embankment that can serve ships drawing up to 6.5 meters [21.3 ft.]. Several tugs and lighters operate, and there are cargo handling facilities. The naval base (Feature 2) uses the docks of the Port of Talcahuano. It possesses a shipyard with two dry docks 180 and 258 meters [590 and 846 ft.] in length and one floating dock (can hold ships up to 120 meters [390 ft.] in length). The port has floating cranes with capacities of 22, 50, and 120 tonnes [24, 55, and 132 short tons]. Carriel Sur Airport (Feature 1) has an asphalt paved runway 2,300 meters [7,500 ft.] in length and 45 meters [147 ft.] in width. The airport's equipment supports airplane flights under adverse weather conditions day or night.

List of Important Features

<i>Feature No.</i>	<i>Description</i>	<i>Map Location</i>
1	Airfield	JI-10
2	Naval base	B-5
3	Military village	P-13
4	Military village	C-12
5	University city	T-12
6	Naval hospital	B-6
7	Group of industrial enterprises, including chemical, metallurgical, and mechanical plants	I-4
8	Docks 1 and 2	B-6
9	Oil refinery	M-4
10	Sugar mill	3-15
11	Highway bridge	C-7
12	Puente Carretero highway bridge	У-9
13	Radio antennas	Г-5
14	Radio antennas	3-7
15	Radio antennas	T-6
16	Radio station	Б-6
17	Radio station	П-12
18	Radio station	Р-10
19	Water pumping station	Б-6
20	Freight and sorting railroad station	Д-17
21	Freight and sorting railroad station	Ж-5
22	Los Perales freight and passenger railroad station	Н-7
23	Cosmito freight railroad station	M-13
24	Passenger railroad station	3-15
25	Passenger railroad station	T-10
26	Court	C-11
27	Customs house	Д-5
28	Port administration	Д-5

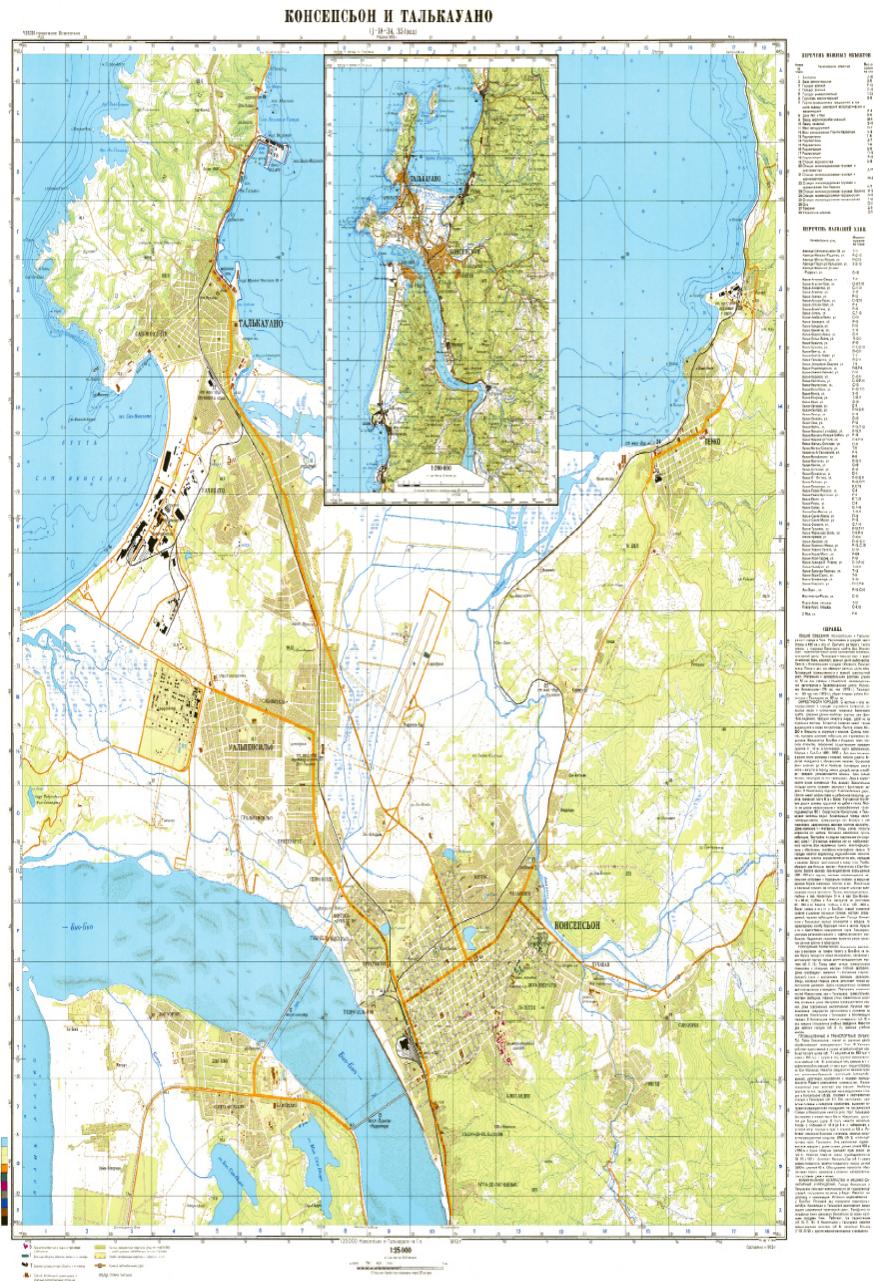


Figure 4. Concepcion and Talcahuano city plan.

Utilities and health care facilities

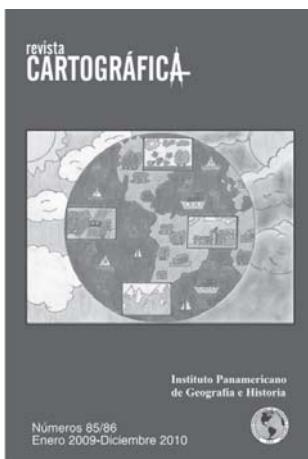
The cities of Concepción and Talcahuano draw electric power from hydropower stations built on rivers in the Andes. They have city water and sewers. Their source of water is the Bío-Bío River. The main form of urban transportation is the bus. Concepción and Talcahuano possess all forms of modern technical communication. Telephone and telegraph lines link Concepción to all the major cities of Chile. Three radio stations (Features 16, 17, 18) operate here. Concepción and Talcahuano have a naval hospital (Feature 6), several local hospitals (T-10, C-12), and other health care facilities.

Instituto Panamericano de Geografía e Historia

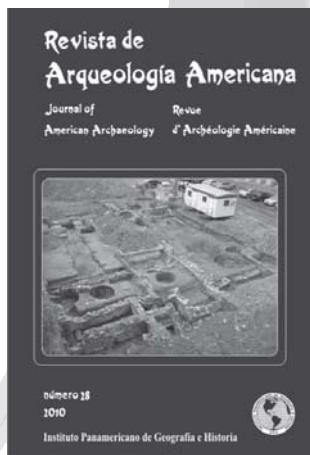
Publicaciones más recientes



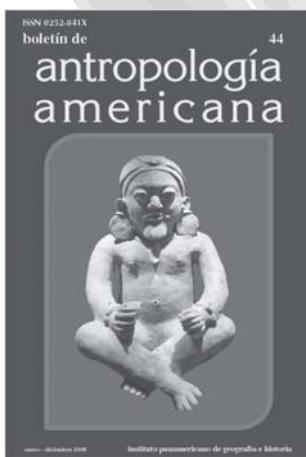
Revista Geográfica 149
(enero-junio 2011)



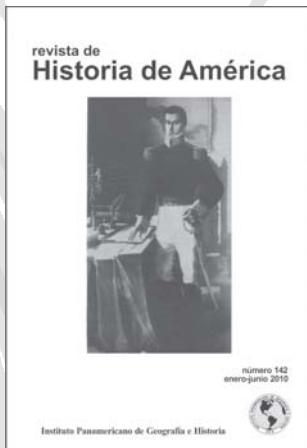
Revista Cartográfica 85/86
(enero 2009-diciembre 2010)



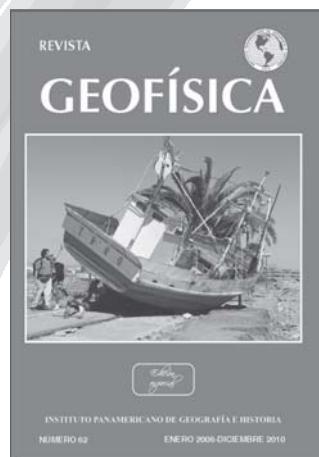
Revista Arqueología Americana 28
(2010)



Boletín de Antropología Americana 44
(enero-diciembre 2008)



Revista Historia de América 142
(enero-junio 2010)



Revista Geofísica 62
(enero 2006-diciembre 2010)



Instituto Panamericano de Geografía e Historia

Ex Arzobispado núm. 29, Colonia Observatorio, 11860 México, D.F.

Tels.: (5255) 5515-1910, 5277-5888 y 5277-5791 / Fax: (5255) 5271-6172

Correo electrónico: publicaciones@ipgh.org

Edición del
Instituto Panamericano de Geografía e Historia
realizada en su Centro de Reproducción
Impreso en **CARGRAPHICS**
RED DE IMPRESION DIGITAL
Calle Aztecas núm. 27
Col. Santa Cruz Acatlán
Naucalpan, C.P. 53150
Edo. de México
Tels: 5363-0090 5373-5529
2011

E S T A D O S M I E M B R O S
DEL
INSTITUTO PANAMERICANO DE GEOGRAFÍA E HISTORIA

EL IPGH, SUS FUNCIONES Y SU ORGANIZACIÓN

Argentina

El Instituto Panamericano de Geografía e Historia (IPGH) fue fundado el 7 de febrero de 1928 por resolución aprobada en la Sexta Conferencia Internacional Americana que se llevó a efecto en La Habana, Cuba. En 1930, el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos construyó para el uso del IPGH, el edificio de la calle Ex Arzobispado 29, Tacubaya, en la ciudad de México.

Belice

En 1949, se firmó un convenio entre el Instituto y el Consejo de la Organización de los Estados Americanos y se constituyó en el primer organismo especializado de ella.

Bolivia

Brasil

Chile

Colombia

El Estatuto del IPGH cita en su artículo 1º. sus fines:

Costa Rica

1) Fomentar, coordinar y difundir los estudios cartográficos, geofísicos, geográficos e históricos, y los relativos a las ciencias afines de interés para América.

El Salvador

2) Promover y realizar estudios, trabajos y capacitaciones en esas disciplinas.

**Estados Unidos
de América**

3) Promover la cooperación entre los Institutos de sus disciplinas en América y con las organizaciones internacionales afines.

Guatemala

Solamente los Estados Americanos pueden ser miembros del IPGH. Existen también las categorías de Observador Permanente y Socio Cooperador del IPGH. Actualmente son Observadores Permanentes: España, Francia, Israel y Jamaica.

Haití

Honduras

El IPGH se compone de los siguientes órganos panamericanos:

México

1) Asamblea General

Nicaragua

2) Consejo Directivo

3) Comisión de:

Panamá

Cartografía (Santiago, Chile)

Paraguay

Geografía (Buenos Aires, Argentina)

Historia (Sao Paulo, Brasil)

Perú

Geofísica (San José, Costa Rica)

**República
Dominicana**

4) Reunión de Autoridades

5) Secretaría General (México, D.F., México)

Uruguay

Además, en cada Estado Miembro funciona una Sección Nacional cuyos componentes son nombrados por cada gobierno. Cuentan con su Presidente, Vicepresidente, Miembros Nacionales de Cartografía, Geografía, Historia y Geofísica.

Venezuela



The International Cartographic Association and Educational Outreach **William Cartwright** • Integración de la Red Geodésica Básica Nacional de El Salvador a SIRGAS (SIRGAS-ES2007) **Carlos Figueroa, Wilfredo Amaya y Laura Sánchez** • O Estado da arte da coleta dos nomes geográficos no Brasil **Cláudio João Barreto dos Santos y Paulo Márcio Leal de Menezes** • Técnicas geomáticas aplicadas al control de los glaciares rocosos. Comparación de los glaciares rocosos de Doesen (Alpes), Posets (Pirineos) y Corral del Veleta (Sierra Nevada) **José Juan de Sanjosé Blasco, Atkinson Gordo, Viktor Kaufmann, Antonio Gómez Ortiz, Ferran Salvador Franch, Enrique Serrano Cañadas y Juan José González Trueba** • SIT, aplicaciones y beneficios en los Gobiernos Locales **Luis Andrés Valenzuela Olivares** • Una visión de la incorporación de aspectos de sostenibilidad en la planificación de ciudades costeras del Área Metropolitana de Concepción **Carolina Rojas, Edilia Jaque, Bernardo Suazo y Ricardo Utz** • A comunicação cartográfica nos mapas táteis **Ruth Emilia Nogueira** • Cartographic Representation of the Results of the Different Phases of a Seismic Hazard Assessment in Central America **Yolanda Torres Fernández** • A informação espacial como estratégia metodológica para a análise de redes sociais **Luciene Stamato Delazari, Maria Cecilia Bonato Brandalize y Samira Kauchakje** • Chile's strategic cities: the unknown soviet military mapping program of major chilean urban centers **Kent Lee**