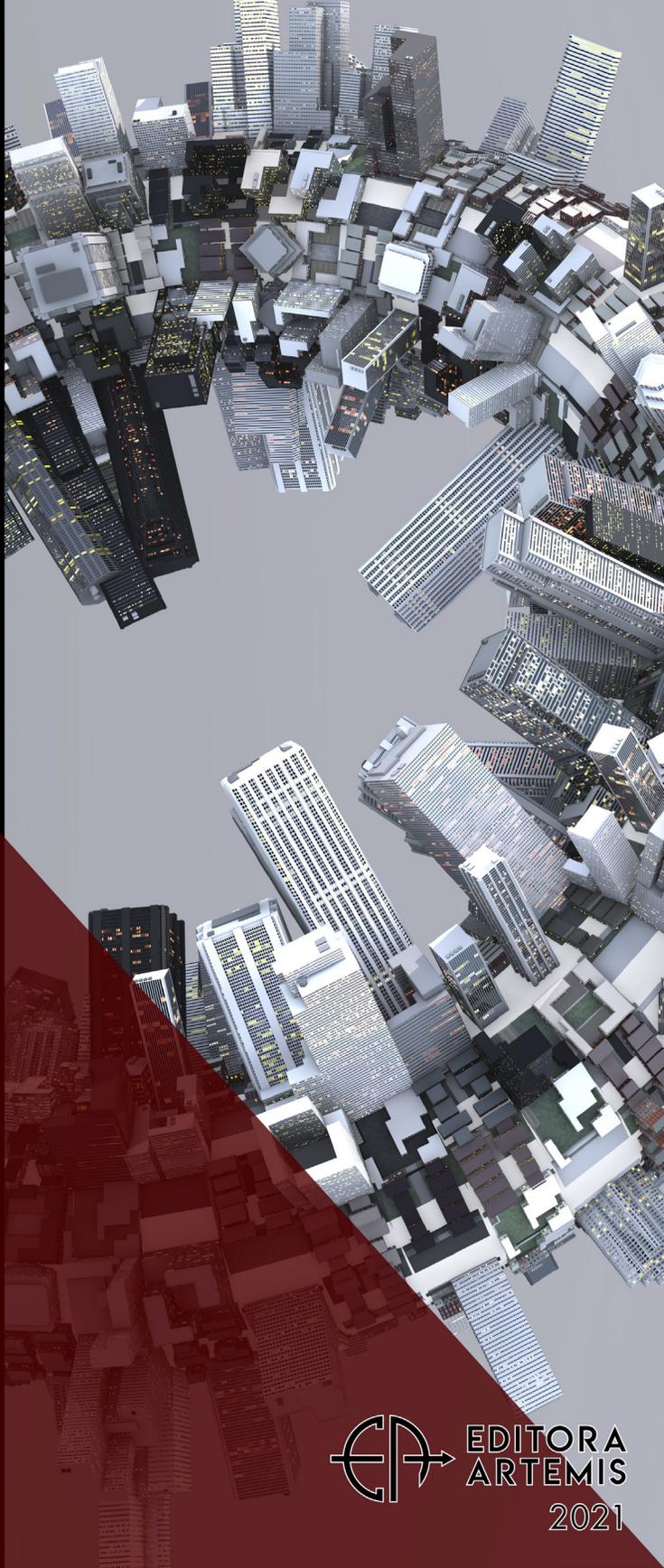


# PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL:

ASPECTOS HUMANOS  
E SOCIOAMBIENTAIS

SARA SUCENA  
[ORGANIZADORA]



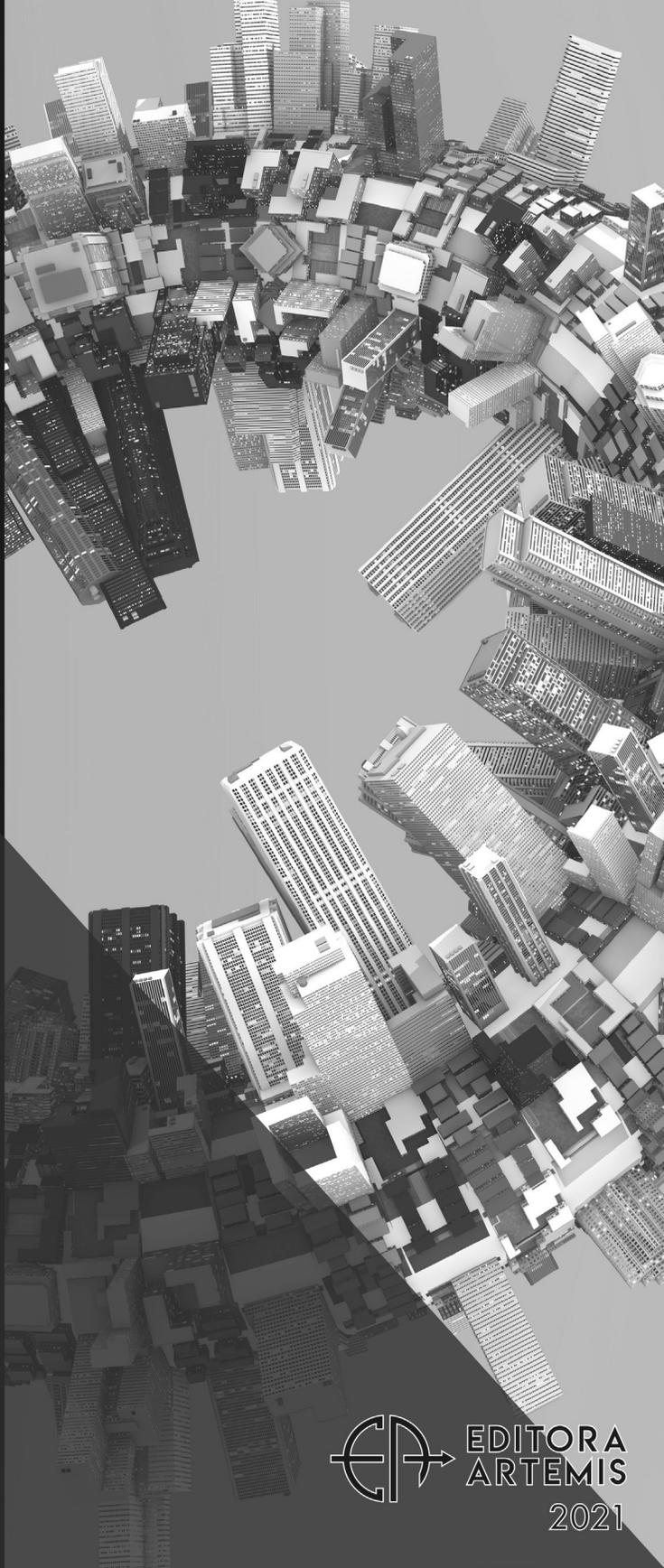
EDITORA  
ARTEMIS

2021

# PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL:

ASPECTOS HUMANOS  
E SOCIOAMBIENTAIS

SARA SUCENA  
[ORGANIZADORA]



EDITORA  
ARTEMIS

2021



O conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons Atribuição- Não-Comercial NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0). Direitos para esta edição cedidos à Editora Artemis pelos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento, desde que sejam atribuídos créditos aos autores, e sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comercial. A responsabilidade pelo conteúdo dos artigos e seus dados, em sua forma, correção e confiabilidade é exclusiva dos autores. A Editora Artemis, em seu compromisso de manter e aperfeiçoar a qualidade e confiabilidade dos trabalhos que publica, conduz a avaliação cega pelos pares de todos manuscritos publicados, com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

<b>Editora Chefe</b>	Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira
<b>Editora Executiva</b>	M. <sup>a</sup> Viviane Carvalho Mocellin
<b>Direção de Arte</b>	M. <sup>a</sup> Bruna Bejarano
<b>Diagramação</b>	Elisângela Abreu
<b>Organizadora</b>	Prof. <sup>a</sup> Dr. <sup>a</sup> Sara Sucena
<b>Imagem da Capa</b>	stylephotographs
<b>Bibliotecário</b>	Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

### Conselho Editorial

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ada Esther Portero Ricol, *Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”, Cuba*  
Prof. Dr. Adalberto de Paula Paranhos, *Universidade Federal de Uberlândia*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Amanda Ramalho de Freitas Brito, *Universidade Federal da Paraíba*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ana Clara Monteverde, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Ángel Mujica Sánchez, *Universidad Nacional del Altiplano, Peru*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Angela Ester Mallmann Centenaro, *Universidade do Estado de Mato Grosso*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Begoña Blandón González, *Universidad de Sevilla, Espanha*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Carmen Pimentel, *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Catarina Castro, *Universidade Nova de Lisboa, Portugal*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cláudia Neves, *Universidade Aberta de Portugal*  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos, *Universidade Federal da Grande Dourados*  
Prof. Dr. David García-Martul, *Universidad Carlos III de Madrid, Espanha*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Deuzimar Costa Serra, *Universidade Estadual do Maranhão*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Eduarda Maria Rocha Teles de Castro Coelho, *Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Portugal*  
Prof. Dr. Eduardo Eugênio Spers, *Universidade de São Paulo*  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhoras, *Universidade Federal de Roraima*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Elvira Laura Hernández Carballido, *Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Emilas Darlene Carmen Lebus, *Universidad Nacional del Nordeste/ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Erla Mariela Morales Morgado, *Universidad de Salamanca, Espanha*  
Prof. Dr. Ernesto Cristina, *Universidad de la República, Uruguay*  
Prof. Dr. Ernesto Ramírez-Briones, *Universidad de Guadalajara, México*  
Prof. Dr. Gabriel Díaz Cobos, *Universitat de Barcelona, Espanha*  
Prof. Dr. Geoffroy Roger Pointer Malpass, *Universidade Federal do Triângulo Mineiro*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gladys Esther Leoz, *Universidad Nacional de San Luis, Argentina*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Glória Beatriz Álvarez, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Gonçalo Poeta Fernandes, *Instituto Politécnico da Guarda, Portugal*  
Prof. Dr. Gustavo Adolfo Juarez, *Universidad Nacional de Catamarca, Argentina*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Iara Lúcia Tescarollo Dias, *Universidade São Francisco*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Isabel del Rosario Chiyon Carrasco, *Universidad de Piura, Peru*  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Isabel Yohena, *Universidad de Buenos Aires, Argentina*  
Prof. Dr. Ivan Amaro, *Universidade do Estado do Rio de Janeiro*  
Prof. Dr. Iván Ramon Sánchez Soto, *Universidad del Bío-Bío, Chile*



Prof.ª Dr.ª Ivânia Maria Carneiro Vieira, Universidade Federal do Amazonas  
 Prof. Me. Javier Antonio Alborno, *University of Miami and Miami Dade College*, USA  
 Prof. Dr. Jesús Montero Martínez, *Universidad de Castilla - La Mancha*, Espanha  
 Prof. Dr. Joaquim Júlio Almeida Júnior, UniFIMES - Centro Universitário de Mineiros  
 Prof. Dr. Juan Carlos Mosquera Feijoo, *Universidad Politécnica de Madrid*, Espanha  
 Prof. Dr. Juan Diego Parra Valencia, *Instituto Tecnológico Metropolitano de Medellín*, Colômbia  
 Prof. Dr. Júlio César Ribeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
 Prof. Dr. Leinig Antonio Perazolli, Universidade Estadual Paulista  
 Prof.ª Dr.ª Livia do Carmo, Universidade Federal de Goiás  
 Prof.ª Dr.ª Luciane Spanhol Bordignon, Universidade de Passo Fundo  
 Prof. Dr. Luis Vicente Amador Muñoz, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
 Prof.ª Dr.ª Macarena Esteban Ibáñez, *Universidad Pablo de Olavide*, Espanha  
 Prof. Dr. Manuel Ramiro Rodríguez, *Universidad Santiago de Compostela*, Espanha  
 Prof. Dr. Marcos Augusto de Lima Nobre, Universidade Estadual Paulista  
 Prof. Dr. Marcos Vinicius Meiado, Universidade Federal de Sergipe  
 Prof.ª Dr.ª Mar Garrido Román, *Universidad de Granada*, Espanha  
 Prof.ª Dr.ª Margarida Márcia Fernandes Lima, Universidade Federal de Ouro Preto  
 Prof.ª Dr.ª Maria Aparecida José de Oliveira, Universidade Federal da Bahia  
 Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Caetano, Universidade Nova de Lisboa, Portugal  
 Prof.ª Dr.ª Maria do Socorro Saraiva Pinheiro, Universidade Federal do Maranhão  
 Prof.ª Dr.ª Maria Lúcia Pato, Instituto Politécnico de Viseu, Portugal  
 Prof.ª Dr.ª Maritza González Moreno, *Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría"*, Cuba  
 Prof.ª Dr.ª Mauriceia Silva de Paula Vieira, Universidade Federal de Lavras  
 Prof.ª Dr.ª Odara Horta Boscolo, Universidade Federal Fluminense  
 Prof.ª Dr.ª Patrícia Vasconcelos Almeida, Universidade Federal de Lavras  
 Prof.ª Dr.ª Paula Arcoverde Cavalcanti, Universidade do Estado da Bahia  
 Prof. Dr. Rodrigo Marques de Almeida Guerra, Universidade Federal do Pará  
 Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares, Universidade Federal do Piauí  
 Prof. Dr. Sergio Bitencourt Araújo Barros, Universidade Federal do Piauí  
 Prof. Dr. Sérgio Luiz do Amaral Moretti, Universidade Federal de Uberlândia  
 Prof.ª Dr.ª Silvia Inés del Valle Navarro, *Universidad Nacional de Catamarca*, Argentina  
 Prof.ª Dr.ª Teresa Cardoso, Universidade Aberta de Portugal  
 Prof.ª Dr.ª Teresa Monteiro Seixas, Universidade do Porto, Portugal  
 Prof. Dr. Turpo Gebera Osbaldo Washington, *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*, Peru  
 Prof. Dr. Valter Machado da Fonseca, Universidade Federal de Viçosa  
 Prof.ª Dr.ª Vanessa Bordin Viera, Universidade Federal de Campina Grande  
 Prof.ª Dr.ª Vera Lúcia Vasilévski dos Santos Araújo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
 Prof. Dr. Wilson Noé Garcés Aguilar, *Corporación Universitaria Autónoma del Cauca*, Colômbia

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
 (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

P712 Planejamento urbano e regional [livro eletrônico] : aspectos humanos e socioambientais / Organizadora Sara Sucena. – Curitiba, PR: Artemis, 2021.  
 Formato: PDF  
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
 Modo de acesso: World Wide Web  
 Inclui bibliografia  
 ISBN 978-65-87396-40-8  
 DOI 10.37572/EdArt\_150821408  
 1. Planejamento regional. 2. Planejamento urbano – Brasil.  
 I. Sucena, Sara.

CDD 711.981

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**



## APRESENTAÇÃO

### PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL: ASPECTOS HUMANOS E SOCIOAMBIENTAIS

A disciplina de Planeamento territorial – independentemente da escala e da geografia em que se foque – está hoje, talvez mais do que nunca, em questão. As vivências urbanas sob o contexto pandémico do último ano, e o seu efeito no agravamento da desconfiança que a palavra “planeamento” vem gerando, põem-na genericamente em causa. O sentimento não é especificamente atinente a este campo de estudo, pois que globalmente as várias áreas do conhecimento estão a ser chamadas ao questionamento de premissas, valores e instrumentos. É a consequência dos tempos actuais, poder-se-á dizer. No entanto, mais do que outras, esta nossa disciplina é por ele afectada já que assenta de modo essencial no acto de *planear*, de programar o uso do solo por antecipação das dinâmicas de vida social, de desenhar o/um futuro para um determinado horizonte temporal. E este é dominado pela sensação de *incerteza*. Parece, pois, desaparecer a sua razão de existência na proporção da diminuição das “certezas”, o pressuposto que originalmente fundamentava a disciplina e garantia a materialização do *plano* em correspondência com elas. Urge então um renovado nexu disciplinar, o qual se vem construindo pela recusa de abandonar o compromisso com a sociedade e suspender a responsabilidade de idealizar e criar soluções que melhorem as condições de vida da(s) comunidade(s).

O conjunto de textos que integra o presente livro denota bem a amplitude de uma dinâmica/prática disciplinar que pesquisa vários caminhos de resposta na senda de um progresso cujo sentido ainda se tateia. Os tópicos são diversos, como as estratégias de discussão, oscilando entre o pragmatismo e a maior abstracção. Também diversa é a geografia de filiação dos autores e a que referencia a investigação apresentada (Argentina, Brasil, Cuba, México, Panamá, Portugal), assim se provando a transversalidade daquela procura. Nenhuma se dirige especificamente ao contexto pandémico actual, mas todas discutem temas do século XXI, envolvendo os *aspectos humanos e socioambientais* de que depende a nossa subsistência no planeta. Questionando e implicando o território urbano à escala da cidade/região, respondem à chamada para repensar e actualizar a disciplina – nos temas, nos processos, nas ferramentas. O título do livro reflecte estes ensejo e desafio colocados ao Planeamento Urbano e Regional.

A divisão dos capítulos segundo dois argumentos – “Urbanização e Recursos Naturais” e “Urbanização e Formas de Ocupação” – interpreta a “urbanização”, o tópico comum, como um *processo* geral onde a edificação e a infra-estruturação estão implicadas,

sem haver referência específica ao seu resultado formal. É neste enquadramento que se distinguem (nem sempre facilmente), por um lado, os trabalhos cuja essência é o foco na transformação dos recursos naturais/ambientais envolvidos na urbanização, e, por outro, aqueles que se fundamentam na indagação dos artefactos materiais (e.g. morfologias, etc.) produzidos no âmbito dos processos de urbanização.

A organização da obra, necessariamente subjectiva, propõe um princípio de leitura. Poderia ser outro. Se o leitor abrir o livro ao acaso e optar por esse distinto princípio de leitura, o seu título e âmbito estarão igualmente em consonância.

Sara Sucena

## SUMÁRIO

### URBANIZAÇÃO E RECURSOS NATURAIS

#### **CAPÍTULO 1..... 1**

INTERACCIONES ENTRE PROCESOS EROSIVOS Y ACTIVIDAD ANTROPO-FAUNÍSTICA EN LAS SIERRAS DE BRAVARD Y CURAMALAL Y PIEDEMONTES ALEDAÑOS, PROVINCIA DE BUENOS AIRES

Juan Manuel Susena

Rodolfo Osvaldo Gentile

**DOI 10.37572/EdArt\_1508214081**

#### **CAPÍTULO 2..... 21**

PROCESOS DE REMOCIÓN EN MASA E IMPLICACIONES AMBIENTALES (PARTIDO DE TANDIL, PROVINCIA DE BUENOS AIRES)

Rodolfo Osvaldo Gentile

Juan Manuel Susena

**DOI 10.37572/EdArt\_1508214082**

#### **CAPÍTULO 3..... 41**

EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO POR SISTEMA ALTERNATIVO BASEADO POR *WETLAND*

Ariston da Silva Melo Júnior

Kleber Aristides Ribeiro

Abrão Chiaranda Merij

Leonardo Gerardini

**DOI 10.37572/EdArt\_1508214083**

#### **CAPÍTULO 4..... 57**

ANÁLISE GEOSSISTÊMICA DO USO DO SOLO E TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO PERÍMETRO URBANO DE MARABÁ

Marley Trajano Lima

João Donizete Lima

**DOI 10.37572/EdArt\_1508214084**

## URBANIZAÇÃO E FORMAS DE OCUPAÇÃO

### **CAPÍTULO 5.....70**

AVALIAÇÃO DA PERCEPÇÃO DE ESTUDANTES SOBRE A CAMINHABILIDADE EM CAMPI UNIVERSITÁRIOS

Otávio Henrique da Silva  
Caio Augusto Rabello Gobbo  
Luiz Paulo Vieira de Araújo Júnior  
Suely da Penha Sanches

**DOI 10.37572/EdArt\_1508214085**

### **CAPÍTULO 6..... 83**

ÍNDICE DE PERFORMANCE DAS CALÇADAS

Otávio Henrique da Silva  
Taiany Richard Pitilin  
Paula Polastri  
Suely da Penha Sanches  
Generoso de Angelis Neto

**DOI 10.37572/EdArt\_1508214086**

### **CAPÍTULO 7..... 96**

LA FORMA URBANA Y SU IMPACTO EN EL ABANDONO DE LAS VIVIENDAS. SOLUCIONES AL DISEÑO URBANO DEL FRACCIONAMIENTO LAS HACIENDAS EN CIUDAD JUÁREZ, CHIHUAHUA, MÉXICO

Leticia Peña-Barrera  
Judith Gabriela Hernández-Pérez

**DOI 10.37572/EdArt\_1508214087**

### **CAPÍTULO 8.....112**

LA VIVIENDA PROPIA COMO FACTOR DE ÉXITO

Gabisel Barsallo Alvarado

**DOI 10.37572/EdArt\_1508214088**

### **CAPÍTULO 9..... 121**

PARCERIAS E COMPARTILHAMENTO DE RECURSOS - UMA ESTRATÉGIA PARA URBANIZAÇÃO DE ÁREAS COM OCUPAÇÃO DESORDENADA

Henrique Dinis

**DOI 10.37572/EdArt\_1508214089**

**CAPÍTULO 10.....134**

A METÁFORA DO HIPERTEXTO E A PAISAGEM DA URBANIZAÇÃO EXTENSIVA.  
ENSAIO EM PROL DE UMA NOVA RACIONALIDADE

[Sara Sucena](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_15082140810**

**CAPÍTULO 11..... 150**

PLANES REGIONALES: UNA EXPERIENCIA DE GESTIÓN Y REVITALIZACIÓN EN LA  
CIUDAD DE SÃO PAULO

[Denise Gonçalves Lima Malheiros](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_15082140811**

**CAPÍTULO 12 .....163**

“DE UN MAESTRO PARA UN MAESTRO”

[Ada Esther Portero Ricol](#)

[Maritza González Moreno](#)

**DOI 10.37572/EdArt\_15082140812**

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 172**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 173**

# CAPÍTULO 1

## INTERACCIONES ENTRE PROCESOS EROSIVOS Y ACTIVIDAD ANTROPO-FAUNÍSTICA EN LAS SIERRAS DE BRAVARD Y CURAMALAL Y PIEDEMONTES ALEDAÑOS, PROVINCIA DE BUENOS AIRES<sup>1</sup>

Data de submissão: 30/05/2021

Data de aceite: 21/06/2021

**Juan Manuel Susena**

Instituto de Geomorfología y Suelos  
(Universidad Nacional de La Plata)

La Plata-Provincia de Buenos Aires-Argentina  
<https://orcid.org/0000-0001-5974-6868>

**Rodolfo Osvaldo Gentile**

Instituto de Geomorfología y Suelos  
(Universidad Nacional de La Plata)

La Plata-Provincia de Buenos Aires-Argentina  
Universidad del Centro de la  
Provincia de Buenos Aires  
Olavarría-Provincia de  
Buenos Aires-Argentina

**RESUMEN:** En las sierras de Bravard y Curamalal y sus piedemontes (suroeste bonaerense) existe actividad faunística silvestre y agrícola-ganadera. Distintas relaciones entre procesos erosivos y actividad antropro-faunística afectan al territorio. El objetivo de este trabajo es diagnosticar dichas relaciones, particularizando en

<sup>1</sup> Este trabajo fue realizado en el marco de una Beca Interna Doctoral otorgada por el CONICET al primer autor del trabajo. Una primera versión de este trabajo se ha presentado en el VII Congreso Nacional de Geografía de Universidades Públicas y XXI Jornadas de Geografía de la UNLP.

movimientos en masa y erosión hídrica, y establecer recomendaciones de uso. La caracterización planimétrica-geomorfológica se realizó mediante procesamiento de un DEM ALOS PALSAR y fotointerpretación de imágenes WorldView-2 en un SIG. Se analizó cualitativamente el estado hidrológico del suelo con imágenes Sentinel-2. Las relaciones antedichas se reconocieron en el campo mediante toma de fotografías y levantamiento de perfiles topográficos en sitios georreferenciados con GPS. Adicionalmente, se consultó a pobladores acerca de la distribución espacio-temporal de la actividad agropecuaria. Las geoformas identificadas vinculadas a actividad faunística pueden presentar morfologías exclusivas o no, requiriéndose observar rasgos complementarios aledaños y una sólida base teórica sobre procesos erosivos y conocimiento de la actividad faunística local. Los rasgos geomórficos vinculados a transporte rural y agrotecnia, tienen una morfología lineal característica. La compactación del suelo es un proceso común y dificulta el crecimiento vegetal en laderas de detritos y piedemontes. Los procesos antropro-faunísticos vinculados a erosión hídrica tienen más representación en el piedemonte en torno a abrevaderos, cursos de agua, caminos y arados. Se recomienda sectorizar la carga animal por componentes geomorfológicos, así como alternar vías de transporte para dar tiempo de reposición a la vegetación.

**PALABRAS CLAVE:** Movimientos en masa. Erosión hídrica. Zoogeomorfología. Actividad antrópica.

## INTERACTIONS BETWEEN EROSIONAL PROCESSES AND ANTHROPO-FAUNISTIC ACTIVITY IN THE BRAVARD AND CURAMALAL RANGES AND SURROUNDING PIEDMONTS, BUENOS AIRES PROVINCE

**ABSTRACT:** In the Bravard and Curamalal ranges and their piedmonts (southwest of Buenos Aires Province), activity of wild fauna and farming practices do exist. Different relationships between erosional processes and anthropo-faunistic activity affect the landscape. The aim of this work is to characterize such relationships, emphasizing mass movements and hydric erosion, and to establish land use recommendations. The planimetric-geomorphologic characterization was carried out by processing of the ALOS PALSAR DEM and photointerpretation of WorldView-2 images in a SIG. The hydrologic behavior of soils was qualitatively analyzed on the basis of Sentinel-2 images. The aforementioned relationships were recognized in the field on the basis of photographs and topographic profiles in different sites georeferenced with a GPS. In addition, residents of the area were consulted about spatial and temporal distribution of farming activity. As a result, geomorphic features linked to faunistic activity can present a unique and characteristic morphology, or not. Thus, the observation of complementary surrounding features, a solid theoretical basis about erosive processes and knowledge about local faunistic activity are essential. The geomorphic features related to rural transport and agrotechnics have a characteristic lineal morphology. Soil compaction is a widespread process which interfere with vegetal growth in debris hillslopes and piedmonts. Anthropo-faunistic processes linked to hydric erosion have more participation in piedmonts in sectors of drinking troughs, streams, tracks and plow lines. It is recommended to sectorize grazing according to geomorphic components, as well as alternate transport tracks to provide time for vegetation recovery.

**KEYWORDS:** Mass movements. Hydric erosion. Zoogeomorphology. Anthropo activity.

## 1 INTRODUCCIÓN

### 1.1 EL ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ANTRÓPICA Y FAUNÍSTICA EN EL ÁMBITO DE LA GEOMORFOLOGÍA

Una línea de la geomorfología moderna estudia la acción antrópica. Es indudable el rol humano como agente geomórfico y su influencia en el accionar de procesos geomórficos naturales. Las actividades humanas pueden aumentar la amenaza de procesos erosivos en zonas de montaña, posible manifestación del “cambio geomorfológico global” (Remondo *et al.*, 2005). Es necesario entonces, entender a los paisajes más o menos antropizados como nuevos escenarios geomorfológicos. La zoogeomorfología trata la acción geomórfica de la fauna. Los animales zoogeomórficamente activos (Butler,

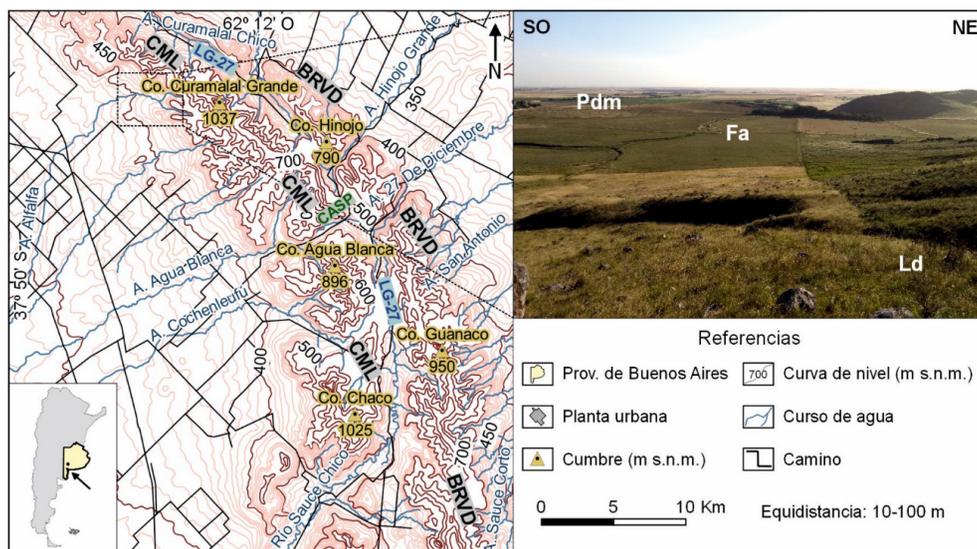
2012) modifican el paisaje creando y destruyendo rasgos, y promueven o inhiben a otros agentes geomórficos. Según Butler (2006), la actividad humana influyó la dinámica poblacional de castores, osos, bisontes, perros de pradera, conejos, asnos, cerdos y caballos, resultando en grandes volúmenes de materiales desplazados.

## 1.2 ÁREA DE ESTUDIO

El área estudiada se ubica entre los 37°40' y 38°00' de latitud S, y los 62°00' y 62°24' de longitud O. Allí se emplazan las Sierras de Bravard y de Curamalal, paralelas entre sí, separadas por un valle intermontano o Valle de Las Grutas/27 de Diciembre (Figura 1). El pico máximo (Cerro Curamalal Grande, 1033 m s.n.m.) se eleva unos 700 m sobre el piedemonte circundante. En general, el frente serrano es de relieve abrupto, con cuerpos rocosos de cuarcitas, pizarras, limolitas y conglomerados subordinados, que yacen sobre un basamento ígneo-metamórfico aflorante en cerros aislados. En los cuerpos serranos se desarrollan valles encajonados de laderas rocosas, de detritos o una combinación de ambas, preponderantes en el sector central de las sierras, donde a su vez existen abras transversales a los cordones. Son ubicuos los frentes escarpados rocosos subverticales a extraplomados, con laderas de detritos al pie. Los materiales que integran dichas laderas son de génesis mixta: un esqueleto de detritos rocosos producto de la destrucción de los afloramientos y en menor medida de calcretes subsuperficiales expuestos principalmente por movimientos en masa, y una matriz eólica pleistocena-holocena. Brechas silicificadas constituyen remanentes pedemontanos elevados hasta unos 30 m sobre el piedemonte proximal circundante. Una discordancia erosiva regional afecta a calcretes psefíticos y limolíticos mio-pliocenos aflorantes principalmente en el piedemonte, superficie a partir de la cual se desarrolla gran parte de las formas del paisaje actual (De Francesco, 1992). Alternancias de climas húmedos y secos durante el Neógeno-Cuaternario determinaron el desarrollo de una red de drenaje subparalela en el piedemonte, restringida por los niveles pedemontanos previos y en parte obliterada por depósitos eólicos; es típica la transición de cauces *braided* en el sector proximal a sinuosos y encajonados en el medio-distal, al aumentar el espesor del material eólico. Los suelos principales, hapludoles y argiudoles, se originaron a partir de los sedimentos eólicos y materiales loessoides, tanto en valles como en divisorias, y en laderas de detritos existen hapludoles líticos bien drenados (Cappaninni *et al.*, 1974). A partir del siglo XVII, la introducción de ganado europeo produjo cambios en la región Pampeana, hasta la conformación definitiva de un núcleo ganadero a mediados

del siglo XIX, cambios ya evidentes en el paisaje al menos desde principios del siglo XIX (Panizza, 2015). Desde entonces, no cesó su presencia en la región, afectando la diversidad florística y su abundancia relativa (Loydi y Distel, 2010). Hasta el momento, los suelos desarrollados a partir de la cubierta eólica y depósitos que la contienen como matriz son objeto de agrotecnia.

Figura 1. Ubicación del área. CML: Sierras de Curamalal. BRVD: Sierras de Bravard. LG-27: Valle de las Grutas-27 de Diciembre. CASP: Estancia Cerro Áspero. Ld: Ladera de detritos. Pdm: Piedemonte. Fa: Faja aluvial.



Elaboración propia; foto: Juan M. Susena.

## 2 OBJETIVOS

El objetivo general es conocer cómo se relacionan a) los componentes del paisaje y procesos vinculados a actividades humanas, con b) los rasgos del paisaje y procesos naturales, enfatizando en movimientos en masa y erosión hídrica. Los objetivos específicos tienen una implicancia geomorfológica básica y otra aplicada. La básica trata el funcionamiento del sistema geomorfológico, estableciendo la direccionalidad de las relaciones estudiadas y su tipo de retroalimentación, si la hubiere. El aspecto aplicado es de índole metodológica: se busca, por un lado, identificar formas del paisaje características que permitan diferenciar entre la dinámica de los procesos en estado natural y la dinámica en entornos intervenidos antrópicamente y, por otro lado, caracterizar distintas etapas evolutivas (principalmente incipientes) de procesos erosivos vinculados a actividades humanas, que pudieran ser útiles para diagnosticar problemas de degradación del recurso suelo y planificar medidas de mitigación.

### 3 METODOLOGÍA

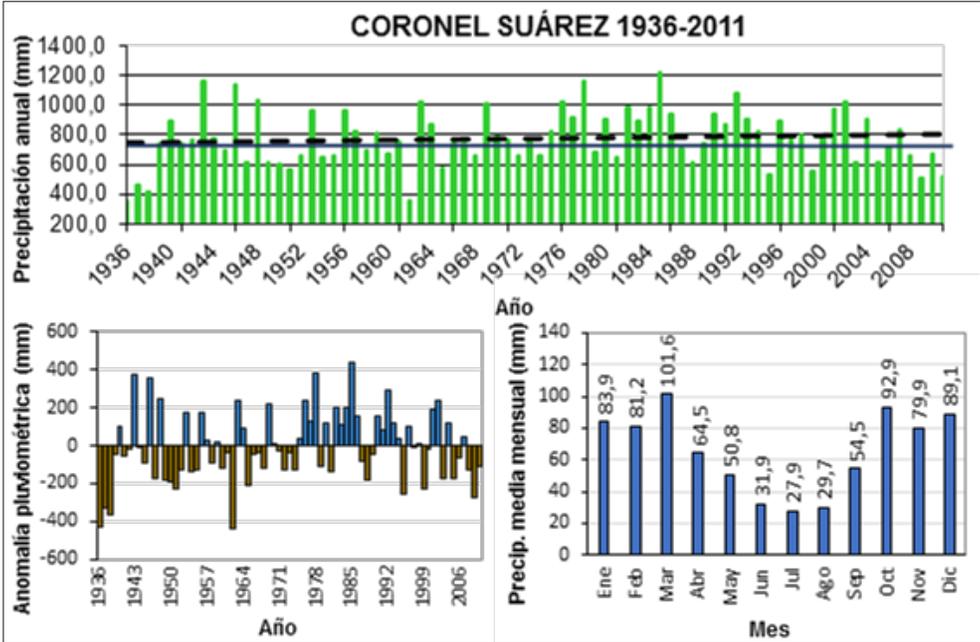
Se trabajó en gabinete y campo. En el gabinete se caracterizó la geomorfología y elementos antrópicos, mediante composiciones de imágenes satelitales WorldView-2 (servidores Google Earth y Bing) y el MDE ALOS PALSAR. Se generaron mapas de pendientes y perfiles longitudinales de caminos, laderas y cursos de agua, y se representó la red hidrográfica mediante procesamiento del MDE y ajuste por fotointerpretación, tareas realizadas con QGIS. Se observaron las variaciones espacio-temporales de la humedad del suelo mediante el Índice de Humedad ((B8A-B11) / (B8A+B11)) en Sentinel Playground. Se caracterizó el clima con la clasificación de Thornthwaite (1948), calculando la evapotranspiración potencial con los promedios de horas de sol/día para cada mes del año, y utilizando datos de precipitación y temperatura media anual de las estaciones Coronel Suárez (37° 26' S; 61° 53' O) y Pigüé (37° 36' S; 62° 23' O), del Servicio Meteorológico Nacional. Para analizar las precipitaciones se añadió la estación Estancia Cerro Áspero (Figura 2), cuyos datos, provistos por la administración estanciera, se validaron con un análisis de doble masa. La etapa principal del trabajo se realizó en el campo, entre el 2016 y el 2018. Se analizaron impactos geomorfológicos en sectores con distintos grados de intervención antrópica, inventariando rasgos vinculados a actividad antropógena y zoogeomórfica, levantando perfiles topográficos con brújula y cinta métrica en laderas y comparando distintos procesos erosivos que afectan componentes antrópicos, con una perspectiva evolutiva. Se consultó a pobladores sobre procesos erosivos conocidos, historia agropecuaria, eventos climáticos extremos y actividad de fauna silvestre.

### 4 RESULTADOS

#### 4.1 CONSIDERACIONES CLIMÁTICAS

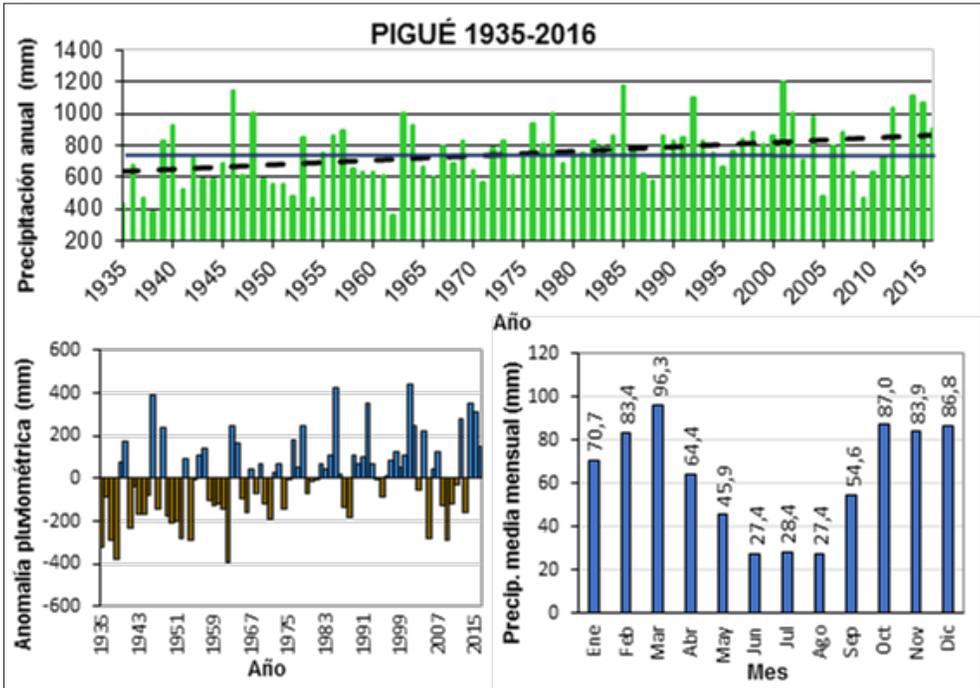
Puesto que el clima y el estado del suelo en diferentes épocas del año definen la intensidad de los procesos erosivos, un análisis inicial de ello permite comprender mejor las relaciones entre dichos procesos y las actividades humanas. El clima en el período 1981-2010 es del tipo B1 B'1 s/w: Húmedo, Mesotérmico, con moderada deficiencia en verano/moderada deficiencia en invierno, con una precipitación anual promedio en Coronel Suárez y Pigüé de 807 mm. Los montos de precipitación anual tienden a superar la media por unos 50 a 100 mm en ambas estaciones, como muestran las Figuras 2 y 3.

Figura 2. Precipitaciones en la Estación Coronel Suárez. Línea azul: promedio de la precipitación anual. Línea de trazos negra: tendencia.



Elaboración propia

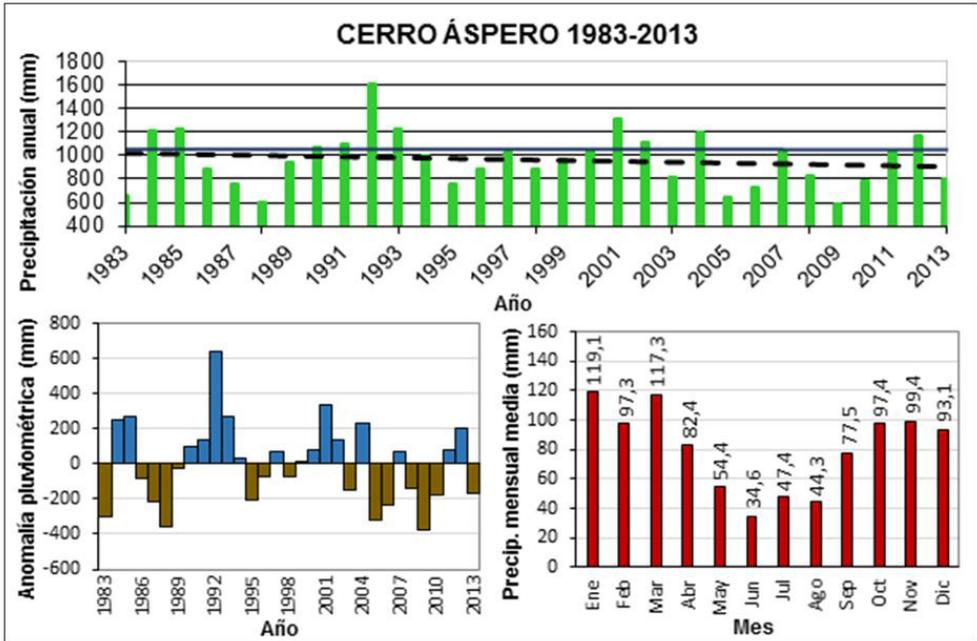
Figura 3. Precipitaciones en la Estación Pigüé. Línea azul: promedio de la precipitación anual. Línea de trazos negra: tendencia.



Elaboración propia.

Los meses más lluviosos son marzo y octubre, y el más seco, julio. En Estancia Cerro Áspero, ubicada en el valle intermontano, la precipitación anual promedio los 964 mm, superando por más de 100 mm a las estaciones ubicadas fuera de las sierras; los meses más lluviosos son enero y marzo, y el más seco, junio (Figura 4). En las tres estaciones, entre las décadas de 1980 y 2010 la tendencia de las precipitaciones anuales decrece y enero se constituye como mes más lluvioso.

Figura 4. Precipitaciones en la Estancia Cerro Áspero. Línea azul: promedio de la precipitación anual. Línea de trazos negra: tendencia.



Elaboración propia.

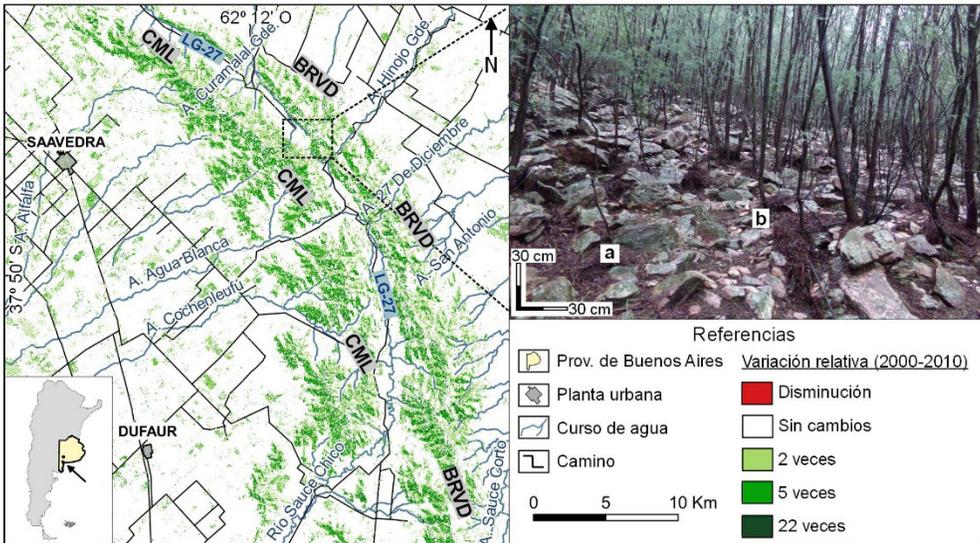
## 4.2 INTERACCIONES EN LADERAS DE DETRITOS

En la transición entre laderas de detritos y el piedemonte proximal, así como en fajas aluviales intraserranas, el terreno fue adaptado a la agricultura mediante el quitado de los bloques rocosos de los primeros 15 cm del suelo. Así, los materiales superficiales fueron transformados de brechas matriz sostén a limos arenosos, aumentando la susceptibilidad a la erosión hídrica. Se identificaron *rills* o canalículos en sembradíos, parcialmente interconectados, de hasta 150 m de largo, 1-2 m de ancho y profundidades submétricas.

El crecimiento de bosques en laderas surge de pequeñas forestaciones para resguardo del ganado. En algunos sectores, la superficie cubierta aumentó más de 5 veces en las últimas décadas, como muestra la Figura 5, generada empleando álgebra de mapas a dos imágenes satelitales de la USGS/NASA. Allí, los suelos se transformaron

paulatinamente en suelos orgánicos cumúlicos. El impedimento del crecimiento de pastizales en estos suelos de génesis rápida favoreció el desarrollo de escurrimiento parcialmente encauzado, y una mayor acción del escurrimiento difuso. Si bien la cobertura arbórea reduciría en parte el impacto del agua de lluvia, la presencia de manantiales surgentes ladera arriba, y el incremento de la rugosidad superficial por raíces y árboles caídos favoreciendo el flujo turbulento, contribuyen al desarrollo de la erosión hídrica.

Figura 5. Cambios en la superficie cubierta por arboleda de porte mayor a 5 m entre los años 2000 y 2010. CML: Sierras de Curamalal. BRVD: Sierras de Bravard. LG-27: Valle de las Grutas-27 de Diciembre. a: horizontes de suelo orgánicos. b: sector con mayor concentración de clastos con superficies recientemente expuestas, carencias de colonias de líquenes.

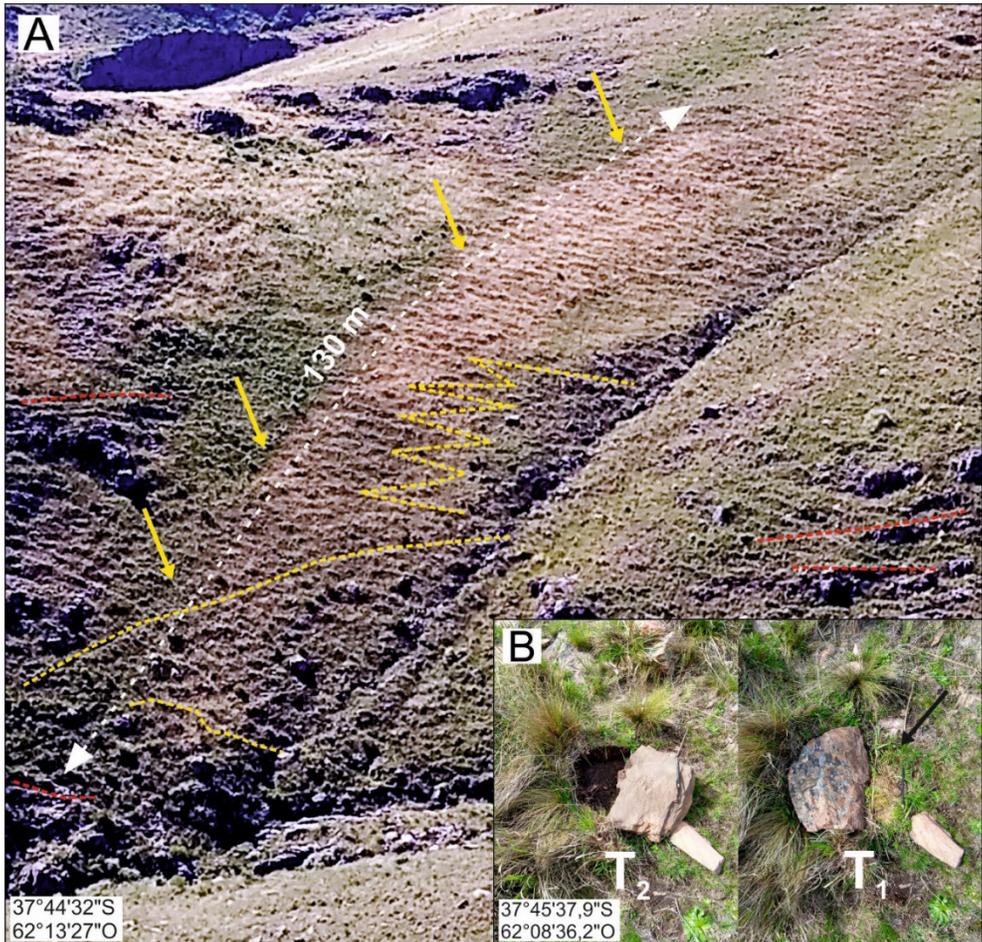


Elaboración propia; foto: Juan M. Susena.

En tramos medios de laderas de detritos se encontraron terracettes en zig-zag (Figura 6.A). Estos rasgos normalmente tendrían un patrón subparalelo transversal a la pendiente, por lo cual la disposición en zig-zag se vincularía al pisoteo de los animales. Se identificó en el área y otros sectores de las Sierras Australes, una mejor expresión morfológica de estos rasgos en zonas con mayor carga ganadera. En pendientes de 20-25°, los terracettes son preferentemente subparalelos, y la acción del ganado se manifiesta en un conjunto de rasgos vinculados al ordenamiento de los detritos rocosos, tales como pavimentos y cornisas de detritos (Susena *et al.*, 2019); estos rasgos raramente se encuentran en pendientes mayores a 30°, pudiendo deberse a que el ganado bovino y equino frecuenta áreas de relieve más suave (Figura 7). El desarrollo de estas características dependería en gran parte de la pendiente, que condiciona la acción zoogeomórfica: a mayor pendiente, mayor expresión en zig-zag aunque menor tamaño de las superficies de los terracettes, y menor expresión de pavimentos y cornisas de detritos. El proceso de compactación del suelo

por actividad faunística, expresado en el desarrollo de terracettes y pavimentos de detritos, dificulta progresivamente el crecimiento vegetal, limitándolo a las paredes de los terracettes, y reduce la infiltración, aumentando el escurrimiento superficial y el lavaje del material que no haya sido compactado. Se encontró una estrecha asociación entre la actividad ganadera concentrada y la falta de materiales finos en el suelo, un caso típico de erosión.

Figura 6. Acción zoogeomorfológica en laderas de detritos. A. Terracettes en zig-zag (flechas amarillas). Las líneas amarillas refuerzan la visualización de los rasgos. Líneas de trazos rojas: discontinuidades en los cuerpos rocosos. B. Bloque volteado de unos 20 cm. T2: posición en que se encontró el bloque. T1: posición inferida previa al volteo; la vegetación seca (flecha) indica que el volteo ocurrió algún tiempo antes de la toma de la foto.

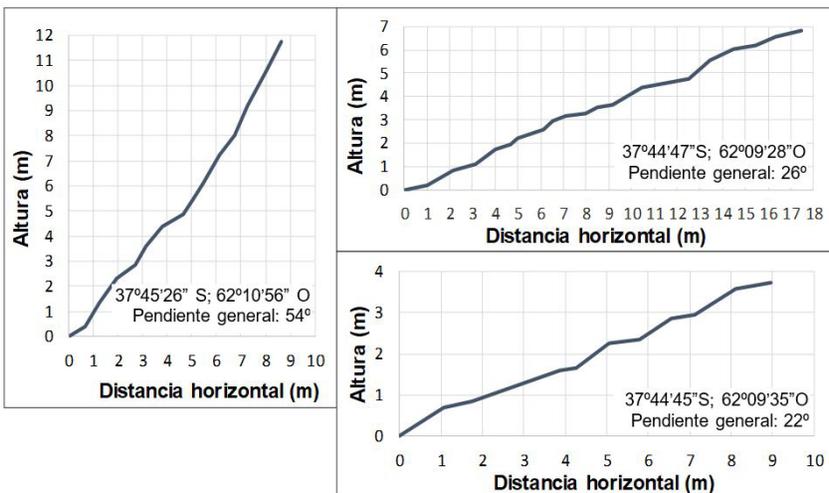


Elaboración propia; fotos: Juan M. Susena.

El volteo de detritos en laderas se identificó por la presencia de colonias líquénicas en las caras basales de los detritos (Figura 6.B). Se encontraron zonas con concentración de detritos volteados menores a 15 cm de eje mayor (alcanzando excepcionalmente los 30 cm). Tal proceso se asocia en gran medida a la acción de jabalíes, por su desplazamiento

en piaras pateando bloques, y la acción de hozar como hábito alimenticio. Muchos bloques volteados se encontraron en sectores con heces de jabalí y con hozaduras; en el último caso, predominantemente en sectores medios a distales de las laderas, donde la menor pedregosidad debido a la acumulación de material fino propicia la acción de hozar. Se suma también la acción de caballos cimarrones y otros animales de medio a gran porte que, aunque en menor medida, podrían generar efectos similares, como zorros, lagartos overos, cabras, ovejas, guanacos, pumas, ciervos y vacas. Si bien los jabalíes son silvestres, el incremento en su población radica en la sobreabundancia de alimento debido a la siembra de maizales y nogales, y a que los pumas, únicos depredadores potenciales, se alimentan actualmente de crías de ganado. El consecuente aumento del trabajo geomórfico en laderas de detritos incrementa la probabilidad de caídas de detritos rocosos, una potencial amenaza para transeúntes (Susena y Gentile, 2018). La ocurrencia de caídas de rocas por acción faunística depende también de la disponibilidad de detritos, condicionada por la tasa de destrucción de los afloramientos. Aunque la disponibilidad depende de las características de los cuerpos rocosos, la exhumación de bloques enterrados por acción mecánica o erosión del material fino suprayacente son, respectivamente, mecanismos directos e indirectos de la acción zoogeomórfica que podrían aumentar la disponibilidad de detritos. Otro impacto del movimiento de detritos por acción faunística es la disminución local del crecimiento de gramíneas; se encontraron numerosas gramíneas aplastadas por detritos, que terminan pereciendo. Si este efecto zoogeomórfico fuera continuo en una ladera debido a un aumento, por ejemplo, de la carga ganadera, la reducción de la cubierta vegetal conllevaría una mayor exposición del suelo al lavaje y la consiguiente pérdida de material fino fértil, produciéndose una retroalimentación positiva que deterioraría permanentemente el recurso suelo.

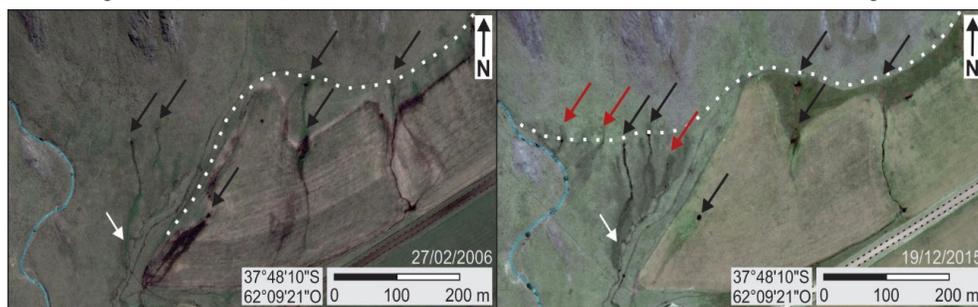
Figura 7. Perfiles de laderas. Nótese la mayor expresión de terracettes a menores pendientes.



Elaboración propia

En tramos distales de laderas de detritos, donde se acumulan materiales finos por lavaje de la matriz de los tramos proximales y medios, la surgencia de agua subsuperficial resulta en manantiales utilizados como abrevaderos o revolcaderos naturales. La concentración de materia orgánica en sus suelos aumenta la tendencia a la compactación e hinchamiento por humedecimiento-secado. Esto favorece que la compactación por pisoteo y el postrer hinchamiento contribuyan al proceso de reptación y a una concentración local de agua, debido a la reducción de la permeabilidad y a la presencia de huellas de animales (microirregularidades). Se produciría así una retroalimentación positiva en el desarrollo de abrevaderos, aumentando juntamente el lavaje en manto, resultando en depresiones de 0,5 m de profundidad, hasta 5 m de ancho y más de 10 m de longitud, algunas con contornos rectos coincidentes con antiguas líneas de arado. Asociados a los abrevaderos se desarrollan también flujos de tierra de hasta 100 m de longitud y unos 15 m de anchura (Figura 8). La vinculación a la acción ganadera es muy conspicua, siendo estos procesos ubicuos en los sectores occidental e intermontano, donde prima la ganadería, mientras en el sector oriental más agrícola, los rasgos son más restringidos. Estos movimientos en masa sólo se encontraron en la región asociados a abrevaderos naturales, por lo cual se deduce con cierta confianza que en condiciones climáticas y de fauna autóctona similares a las actuales, estos procesos posiblemente no habrían existido antes del desarrollo ganadero, o habrían tenido una distribución mucho más reducida.

Figura 8. Flujos de tierra. Algunos flujos aparecen en ambas imágenes (flechas negras), mientras otros sólo en la más reciente (flechas rojas). Nótese la vinculación espacial entre los flujos "nuevos" y el cambio de rumbo del camino de ganado (línea blanca). Flecha blanca: indentaciones en cárcava. Línea celeste: curso de agua.



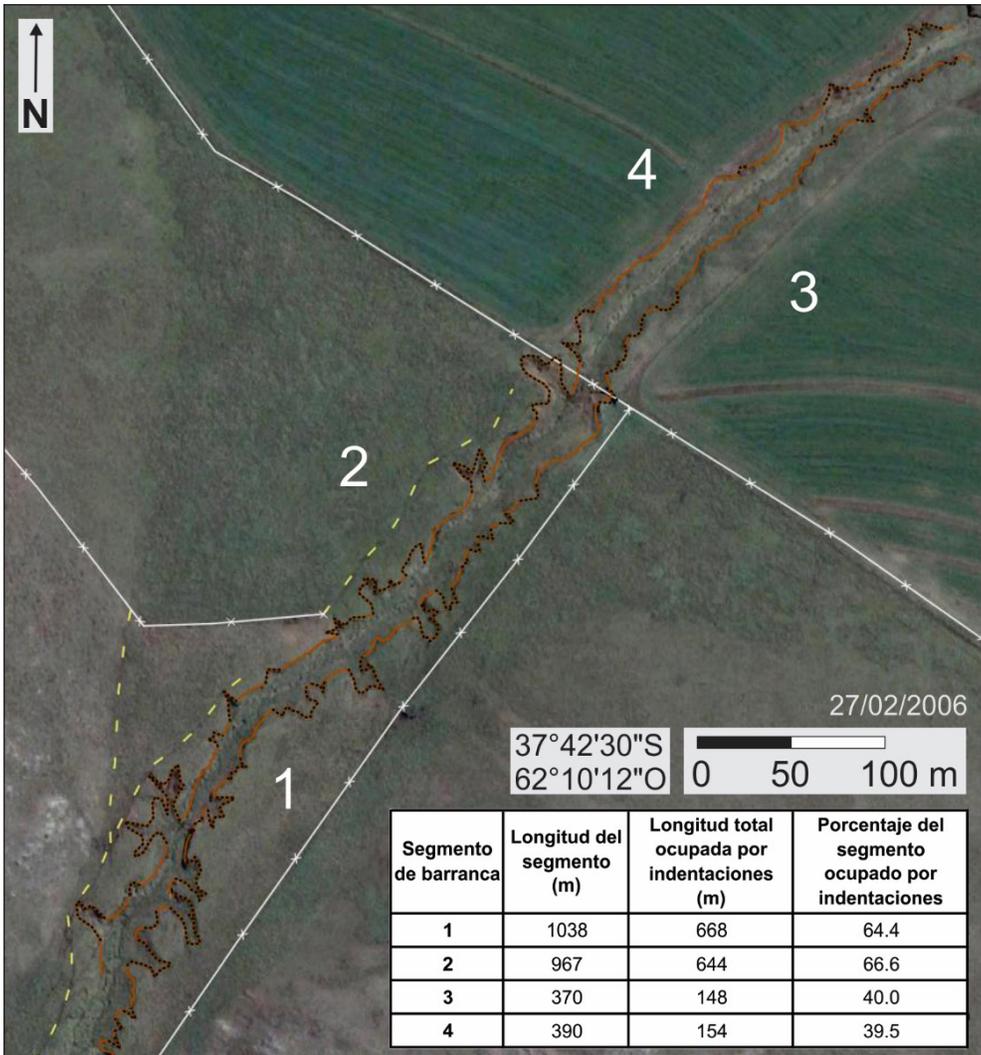
Elaboración propia.

#### 4.3 INTERACCIONES EN LAS FAJAS ALUVIALES

En numerosas barrancas de arroyos transitorios y perennes se encontraron rasgos erosivos vinculados a la actividad del ganado. Principalmente en barrancas desarrolladas en sedimentos friables existen indentaciones con morfología triangular, cuyo ápice apunta hacia la planicie de inundación, o bien con morfología cóncava hacia el cauce (Figuras 9 y 10). La pendiente de muchas de estas formas tiene una componente opuesta a la del

sentido de escurrimiento del cauce, es decir, no tiene coherencia hidrológica, elemento que permite diferenciarlas de formas de génesis puramente fluvial sin intervención zoogeomorfológica. Estas indentaciones son similares a parte de las denominadas escotaduras menores (Gentile, 2005), comunes en el ambiente serrano y pedemontano bonaerense. Se vinculan al tránsito de animales que descienden y ascienden de los cursos de agua, y se asocian además a caídas, vuelcos y deslizamientos de suelo. Como muestra la Figura 9, estas formas pueden ser importantes en el modelado de los cursos de agua.

Figura 9. Indentaciones en faja aluvial. El curso escurre al NE. Líneas castañas: barrancas. Líneas negras: indentaciones. Líneas amarillas: caminos de vaca. Líneas blancas: alambrados. Nótese la relación entre los alambrados y el desarrollo de indentaciones. Los segmentos 3 y 4 son diferenciados respectivamente de los 1 y 2 por el alambrado de dirección NO-SE.



Elaboración propia.

Los movimientos en masa participan en el ensanchamiento, alargamiento en cabeceras y aporte de material a los canales. Diversos mecanismos naturales favorecen el desarrollo de fracturas que diferencian bloques de suelo susceptibles a caídas, vuelcos o deslizamientos, agregándose a dichos mecanismos la generación de huellas de ganado y vehículos, líneas de arado y excavación para instalación de postes de alambrados. La pérdida de sustento basal de estos bloques debido a *pipping*, erosión hídrica o acción de fauna excavadora, puede ser suficiente para generar caídas y vuelcos, pudiendo entenderse a los tres primeros procesos mencionados como mecanismos preparadores y a la vez desencadenantes de caídas y vuelcos. No obstante, a menudo se añaden sobrecargas por pisoteo del ganado, personas o vehículos, actuando como mecanismos disparadores. Así, la acción antrópica y faunística son relevantes en el modelado de la transición entre los cauces y las planicies de inundación, contribuyendo en parte al desarrollo de acaravamiento. Durante la estación lluviosa se encontraron bloques de suelo de dimensiones submétricas a 1-2 m de eje mayor caídos o volcados en los cauces en torno a indentaciones y caminos de ganado en la planicie de inundación (Figura 10).

Figura 10. Caída/vuelco de suelo. C/V: bloque desplazado de aprox. 80 cm de ancho, nótese la posición de la vegetación. Flecha blanca: indentación afectando la barranca. Flecha negra: sentido de escurrimiento del cauce.



Elaboración propia; foto: Juan M. Susena.

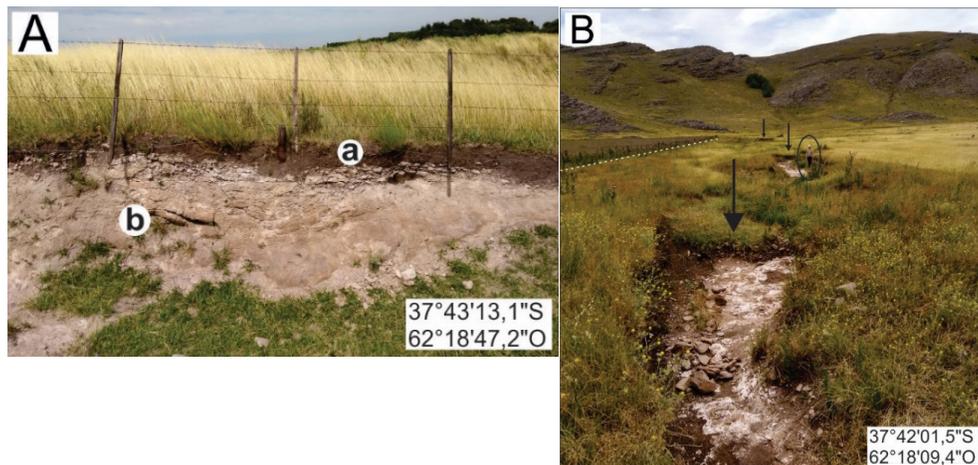
La presencia de estos bloques en los cauces indica su carácter reciente (aún no han sido completamente erosionados por el agua). Un elemento diagnóstico de estos procesos es la presencia de gramíneas en los bloques caídos/volcados, en posición

diferente a la de vida. El volumen de los materiales desplazados por evento varía entre  $10^{-5}$  y  $1-2 \text{ m}^3$ . En sitios sin bloques caídos/volcados, estos procesos se reconocen también en las barrancas por la presencia de cicatrices cóncavas hacia los cauces y subverticales, característica última que permite diferenciarlas de indentaciones cóncavas, que tienen pendientes menores (son transitables por el ganado). Durante la estación seca se encontraron pocas evidencias de estos procesos, indicando una menor susceptibilidad a caídas/vuelcos. Aunque durante la estación seca el ganado tiende a concentrarse en los cursos de agua o abrevaderos, aparentemente la erosión de las barrancas no es tan conspicua como en la estación lluviosa.

#### 4.4 INTERACCIONES EN EL PIEDEMORTE

En sectores de divisorias los espesores de material eólico son apenas decimétricos, yaciendo sobre calcretes, desarrollándose argiudoles líticos (Figura 11.A). El contraste de permeabilidades provoca un escurrimiento subsuperficial en el contacto entre ambos materiales. Prácticas de arado medianamente profundo o el labrado de surcos exponen dicho contacto, permitiendo el afloramiento del agua subsuperficial, aumentando así el riesgo de erosión hídrica. Se desarrollan canalículos y pseudo-cárcavas que pueden superar los 10 m de longitud (Figura 11.B).

Figura 11. Erosión hídrica del piedemonte. A. Hapludol lítico. a: suelo arable de poco espesor; b: calcrete. Escala: postes. B. Erosión hídrica exponiendo los calcretes (flechas). Línea de trazos: alambrado. Escala: persona (elipse).



Elaboración propia; foto: Juan M. Susena.

Cabe aclarar que se decidió denominar pseudo-cárcavas a estos rasgos porque, aunque son poco profundos (en un sentido geomorfológicamente estricto, las cárcavas son estrechas y profundas) representan, al igual que las cárcavas, un estado

relativamente avanzado e irreversible de erosión hídrica. Estos problemas se encontraron también en argiudoles y hapludoles típicos, donde el contraste de permeabilidades está en la transición entre los epi y endopedones. Al igual que en laderas distales, se extrae el esqueleto clástico para incrementar la superficie arable, práctica que, sumada a la desagregación mecánica, aumentan la disponibilidad de material fino suelto y la susceptibilidad a la erosión hídrica. Concentraciones incipientes del escurrimiento superficial (arroyada difusa) se evidencian en lineaciones de 1-2 cm de agregados de suelo en sectores cultivados. Estadios avanzados son representados por cárcavas, muchas paralelas a líneas de arado y caminos de maquinaria que rodean las parcelas. La morfología rectilínea y el ordenamiento de las barrancas muchas veces reticulado, diferencia dichas cárcavas de las puramente naturales (Figura 12).

Figura 12. Barrancas con ordenamiento reticulado. Líneas de puntos amarillos y rojos: direcciones preferenciales de las barrancas. Nótese la similitud entre las líneas de puntos rojas y las rosadas (líneas de arado) ubicadas cerca de la arboleda. Flecha negra: sentido del escurrimiento superficial.



Elaboración propia.

Movimientos en masa en estas cárcavas pueden generar cicatrices con formas de corchetes vistas en planta, morfología que sólo se encontró asociada a líneas de arado. Asimismo, se reconocieron movimientos en masa similares a flujos de tierra, a partir de líneas de arado, donde se produjo concentración de agua. Por otra parte, el acarcavamiento asociado a la presencia de líneas de arado y caminos de maquinaria podría contribuir a la reintegración de una antigua red de drenaje, actualmente desintegrada debido a la depositación de materiales eólicos durante el Holoceno. Dicha reintegración supone un aumento sustancial en la torrencialidad de los cursos de agua en el piedemonte medio y distal, pudiendo incluso perjudicar a poblaciones como Pigüé (Rosell y Ángeles, 2012)

y Saavedra. Las áreas cultivadas ocupan cerca del 60% del piedemonte, con suelos relativamente poco cubiertos en agosto-noviembre y diciembre-febrero (siembra y cosecha, respectivamente) y un potencial aumento de susceptibilidad a la erosión. Se agrega a esto el problema de los incendios de pastizales, accidentales o incidentales por quema de malezas y rastrojos, que generan en última instancia grandes superficies de suelo desnudo. Al sur del área estudiada, Uboldi *et al.* (2011) indicaron riesgos de incendios forestales y de pastizales vinculados a la actividad turística y especulativamente a cambios climáticos.

La acción de los animales y su relación con componentes antrópicos se reconoce también en el piedemonte. En torno a abrevaderos artificiales se registraron procesos de deflación eólica. El pisoteo constante impide el crecimiento de cobertura vegetal a corto plazo (destrucción de brotes) y a largo plazo (compactación del suelo). Este efecto de desertificación localizada tiene poco desarrollo en abrevaderos naturales de ladera. Dicha diferencia puede deberse al funcionamiento constante de los abrevaderos artificiales, incluida la época de déficit hídrico, mientras que los naturales se utilizarían principalmente en la estación lluviosa, dando tiempo de reposición a la vegetación. En cercanías de alambrados se encontraron acanaladuras y canaliculos rectilíneos paralelos a los primeros, y particularmente a un solo lado de ellos; si bien se desarrolla erosión hídrica en estos rasgos, su disposición no siempre coincide con la pendiente local. Asimismo, se encontraron conjuntos de cárcavas incipientes en dirección a abrevaderos no necesariamente ubicados topográficamente debajo de las primeras. Estos patrones permiten descartar un origen sólo fluvial, vinculándose esencialmente a pisoteo, y una evolución geomorfológica de senderos de animales a cárcavas incipientes.

En el piedemonte, alrededor de 470 Km lineales y unos 11300 Km<sup>2</sup> son ocupados por caminos de tierra, superando a los aproximadamente 380 Km lineales y 6100 Km<sup>2</sup> donde se desarrollan cursos de agua. La presencia de taludes empinados en cortes de caminos permite el desarrollo de algunos procesos similares a los que ocurren en cursos de agua, como la acción de animales excavadores y colapsos por cavidad asociados, caídas, vuelcos y deslizamientos de suelo, y escurrimiento encauzado en las cunetas, siendo erosionado el piedemonte. Así, a nivel regional, la exposición del piedemonte a procesos erosivos habría aumentado con un factor de 2,85 debido a la acción antrópica directa, es decir, a la construcción de caminos como nuevos rasgos geomorfológicos. En algunos sectores las pendientes superan valores del 40%, propiedad que, sumada a la consistencia friable de los limos-arenas, favorecen la erosión hídrica. Gaspari *et al.* (2008) determinaron una baja a media agresividad (erosividad) de las precipitaciones a escala regional. No obstante, a escala localizada y en situaciones de precipitaciones

excepcionales, los sectores con caminos pueden verse amenazados. Como ejemplo extremo de ello, puede mencionarse la erosión de al menos 26.000 m<sup>3</sup> de suelo a lo largo de 700 m lineales en un camino del sector occidental, tras una lluvia torrencial de 155 mm en febrero de 1992, descendiendo el nivel del terreno unos 2 m. La destrucción del alambrado y la erosión de 1050 m<sup>2</sup> de suelo útil supuso una pérdida económica a uno de los campos. Adicionalmente, los pobladores tuvieron que abrir una huella alternativa para acceder a algunas localidades. Este ejemplo ilustra la importancia de conservar la tradición de campo en este tipo de estudios (Butler, 2013), por supuesto, añadiendo las nuevas metodologías de gabinete disponibles. En el camino del Abra del Hinojo, en el valle intermontano, se encontraron regueros prácticamente en el centro de la calzada, pudiendo constituir riesgos viales en condiciones de poca visibilidad. A esto se suma que, debido en gran parte al lavaje en manto desde la línea central de los caminos hacia las cunetas, los perfiles transversales evolucionaron adoptando morfologías convexas, aumentando el riesgo de accidentes de tránsito por resbalamiento de los vehículos. La profundización de cunetas por acción antrópica y erosión hídrica aumenta el gradiente respecto al centro del camino, produciéndose una retroalimentación positiva en la erosión hídrica y la evolución del mencionado perfil. En este sentido, reducir el gradiente entre las cunetas y la línea central de los caminos podría disminuir la erosión hídrica.

Los caminos son erosionados también por acción eólica. Bidart (1992) diferenció depósitos de polvo vial de hasta 1 m de espesor sepultando suelos aledaños y acuñándose hacia el piedemonte, alcanzando unos 15 m de anchura. Dichos rasgos se habrían originado a partir del siglo XX, con el advenimiento del automóvil. En un sentido geomorfológico, la acción humana sería un mecanismo operativo en la construcción de rasgos lineales del paisaje, tanto en la preparación de material disponible para la erosión eólica por eliminación de vegetación, así como agente sedimentológico parcial, poniendo el material en suspensión. El paso de vehículos genera asimismo turbulencias neumáticas, aumentando local, aunque esporádicamente, la competencia eólica.

## 5 CONCLUSIONES

Lo expuesto anteriormente permite concluir que las actividades antrópicas influyen directamente en el modelado del área mediante construcción o destrucción de geoformas (por ejemplo, cortes de caminos), e indirectamente por cambios en propiedades geomorfológicas y/o geomecánicas de los suelos (por ejemplo, reducción de pedregosidad, arado y compactación). La influencia en la actividad zoogeomorfológica por introducción de ganado o afectación en la dinámica poblacional de determinadas

especies silvestres, favorece el desarrollo de procesos erosivos como movilización de bloques y flujos de tierra en laderas, destrucción de barrancas, acarcamamiento incipiente en el piedemonte, etc. La comparación entre sectores con distintos grados de intervención antrópica directa e indirecta mostró que la erosión hídrica, los movimientos en masa y la acción eólica no sólo habrían aumentado su representatividad en rasgos del paisaje existentes con anterioridad al desarrollo de actividades rurales, sino que operan también en sectores del paisaje donde previamente no se desarrollaban. Particularmente la erosión eólica, típica del sector occidental de la Región Pampeana, habría extendido su influencia hacia el centro-este; esto no se debería en principio a cambios climáticos recientes (no descartando que los hubiera), sino que respondería a un aumento de la superficie susceptible a este proceso, dado que no se manifiesta de manera conspicua en componentes del paisaje menos afectados por actividad antrópica. Todo lo indicado representaría *per se* una aceleración de la degradación del recurso suelo a escala de cuenca, y la identificación de una retroalimentación positiva en varios procesos erosivos alienta el desarrollo de estrategias de manejo y conservación del recurso suelo. Esta apreciación, producto de una aproximación geomorfológica esencialmente descriptiva, concuerda con estudios cuantitativos realizados en otros sitios de las Sierras Australes (Gaspari y Bruno, 2003; Ángeles y Gil, 2006). La aproximación geomorfológica permitió, por su parte, diagnosticar procesos erosivos posiblemente de difícil reconocimiento o monitoreo remoto, dado su carácter incipiente y el pequeño tamaño de algunos rasgos, representando un típico problema de escala. Debe entenderse a la teledetección, en estos contextos, como parte, pero no la totalidad del flujo de trabajo, como una herramienta para caracterizar cambios en la cobertura y usos del suelo y detectar zonas de interés para un posterior trabajo de campo, necesario, si acaso es factible (Kapalanga, 2008; Brabant, 2010, entre otros). Por otra parte, fue posible idear estrategias administrativas del recurso suelo, guiando la explotación agropecuaria hacia una economía sustentable a largo plazo. Resulta preferente ubicar el ganado en verano en zonas relativamente húmedas para evitar la erosión eólica, y en invierno alejarlo de las laderas, para disminuir la erosión hídrica. La concentración de ganado en cuadros específicos de pasturas naturales no es recomendable, puesto que una disminución de la biodiversidad debida a sobrepastoreo limitaría la capacidad de respuesta de los ecosistemas frente a disturbios (Loydi y Distel, 2010 y trabajos citados), como procesos erosivos. Por otra parte, se recomienda (al menos desde la perspectiva de conservación física de suelos) utilizar técnicas de siembra directa, y en lo posible, remover el suelo al finalizar el otoño, para evitar voladuras y erosión hídrica acentuada. Respecto al transporte y generación de huellas, se recomienda alternar huellas cada año para permitir el crecimiento de la vegetación y retrasar la compactación.

## 6 AGRADECIMIENTOS

A los dueños de las estancias por permitirnos trabajar en ellas, al personal de apoyo del Instituto de Geomorfología y Suelos; a Georgina Scarponi, Martín Hurtado, Lucas Misseri y Andrea Cáceres por colaborar en algunas campañas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ángeles, G. R. y Gil, V. (2006). Identificación del grado de transformación antrópica y riesgo ambiental en cuencas fluviales serranas. El caso de la cuenca del arroyo El Belisario (Argentina). *GeoFocus*, 6, 138-151.

Bidart, S. (1992). Depósitos de “polvo vial” en la cuenca del Río Sauce Grande, Provincia de Buenos Aires. Connotación estratigráfica. En *Actas de las III Jornadas Geológicas Bonaerenses* (pp. 91-96). La Plata.

Brabant, P. (2010). A land degradation assessment and mapping method. A standard guideline proposal. *Les dossiers thématiques du CSFD*, 8. Montpellier: CSFD/Agropolis International.

Butler, D. R. (2006). Human-induced changes in animal populations and distributions, and the subsequent effects on fluvial systems. *Geomorphology*, 79, 448-459.

Butler, D. R. (2012). The impact of climate change on patterns of zoogeomorphological influence: examples from the Rocky Mountains of the western U.S.A. *Geomorphology*, 157-158, 183-191.

Butler, D. R. (2013). The field tradition in mountain geomorphology. *Geomorphology*, 200, 42-49.

Cappannini, D. A., Scoppa, C. O. y Vargas Gil, J. R. (1974). Suelos de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. En *Actas de la Reunión sobre la Geología de las Sierras Australes Bonaerenses* (pp. 203-234). La Plata.

De Francesco, F. (1992). Estratigrafía del Cenozoico en el flanco occidental de las Sierras de Curamalal, Sierras Australes Bonaerenses. En *Actas de las III Jornadas Geológicas Bonaerenses* (pp. 3-12). La Plata.

Gaspari, F. J. y Bruno, J. E. (2003). Diagnóstico de degradación ambiental por erosión hídrica en la cuenca del arroyo Napostá Grande. *Ecología Austral*, 13, 109-120.

Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., Senisterra, G. E., Delgado, M. I. (2008). Determinación espacio-temporal del índice de agresividad de precipitaciones en el sistema serrano de Ventania. Provincia de Buenos Aires-Argentina. *Revista Geográfica Venezolana*, 49 (1), 57-66.

Gentile, R. O. (2005). *Procesos de remoción en masa en el extremo sur del Partido de Tandil (Provincia de Buenos Aires)*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

Kapalanga, T. S. (2008). *A Review of Land Degradation Assessment Methods*. Reykjavik: Land Restoration Training Programme.

Loydi, A. y Distel, R. A. (2010). Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires. *Ecología Austral*, 20, 281-291.

Panizza, M. G. (2015). El área de Ventania en la conformación de la línea de frontera durante el siglo XIX. Cambio y diversidad cultural en la apropiación del paisaje. *Tefros*, 13 (2), 83-107.

Remondo, J., Soto, J., González-Díez, A., Díaz de Terán, J. R. y Cendrero, A. (2005). Human impact on geomorphic processes and hazards in mountain areas in northern Spain. *Geomorphology*, 66, 69-84.

Rosell, M. P. y Ángeles, G. R. (2012). Aplicación de un modelo de erosión de laderas para estudiar las características hidrodinámicas de la cuenca alta del Arroyo Pigüé, Buenos Aires, Argentina. En *IX Jornadas Nacionales de Geografía Física* (pp. 152-170). Bahía Blanca.

Susena, J. M., Gentile, R. O. (2018). Caídas y vuelcos de roca y suelo en un área turística de las Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires. En *Actas de las II Jornadas Internacionales y IV Jornadas Nacionales de Ambiente* (pp. 663-666). Tandil.

Susena, J. M., Gentile, R. O. y Remondo, J. (2019). Cambios morfológicos en laderas de detritos y niveles pedemontanos pleistocenos y holocenos vinculados a actividades humanas, Sierras Australes de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. En *XV Reunión Nacional de Cuaternario* (pp. 103-106). Bilbao.

Thorntwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. *The Geographical Review*, 38, 55-94.

Uboldi, J., Laucirica, J., Michalijos, P. y Mancino, M. (2011). Cambio climático, turismo y riesgo de incendios, de pasturas y de interfase, en el sudoeste bonaerense, su análisis con geotecnologías. *Revista Geográfica de América Central*, número especial EGAL, 1-15.

## SOBRE A ORGANIZADORA

**SARA SUCENA** é arquitecta (1994) e Mestre em Projecto e Planeamento em Ambiente Urbano (1998), pela Universidade do Porto (Portugal), e Doutor em Urbanismo (2011), pela Universidade Politécnica da Catalunha (Espanha). Lecciona, desde 2000, no Mestrado Integrado em Arquitectura e Urbanismo da Universidade Fernando Pessoa, onde é Professora Auxiliar, coordenando a área científica de Urbanismo. No contexto editorial, integra o Conselho Científico da Revista de Arquitectura e Urbanismo “A Obra Nasce”, sendo um dos seus co-editores permanentes. Enquanto investigadora, é membro integrado do “Centro de Estudos de Arquitectura e Urbanismo” da Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto e colaboradora no “Laboratório de Estudos e Projectos” da Universidade Fernando Pessoa. Como arquitecta, exerceu a profissão em regime liberal até 2008, especialmente no âmbito do Planeamento Municipal. Actua em particular na área de Urbanismo, com especial interesse no planeamento, evolução e morfologia(s) da cidade contemporânea.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Actividad antrópica 2, 18, 33, 35, 36, 37, 38

Ambiente 12, 20, 21, 38, 40, 42, 49, 55, 56, 65, 71, 81, 87, 90, 93, 98, 107, 108, 110, 134, 147, 153

Amenaza 2, 10, 21, 22, 35, 36, 37, 38, 39

Análise urbana 134, 138, 146

Arquitectura 96, 110, 111, 134, 137, 138, 142, 143, 144, 149, 163, 164, 165, 170

### C

Caminhabilidade 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 83, 84

Caminhadas 70, 72, 74, 79, 83, 84

Campus universitário 70, 71, 72,

Construcciones 114, 163, 164, 165, 168, 169, 171

### D

Desarrollo personal 112, 117, 118, 120

Desarrollo urbano 112, 113, 153, 154, 156

Desenho ambiental 70

### E

Economia compartilhada 121, 127

Erosión hídrica 1, 2, 4, 7, 8, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19

Esgoto 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 54, 55, 127

Espacio público 98, 99, 102, 109, 150

Éxito 112, 115, 116, 117, 118, 119, 120

### F

Forma urbana y abandono de viviendas 96

### G

Geoprocessamento 57, 59, 61, 62, 68

Gestión 150, 153, 154, 155, 156, 159, 162, 163, 164

## H

Hipertexto 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 148, 149

Historia 5, 25, 39, 40, 68, 141, 164, 168, 169, 170, 171

## I

Ingeniería 40, 163, 164, 165

## M

Movilidad residencial 112, 113, 115

Movimientos en masa 1, 2, 3, 4, 11, 13, 15, 18, 22, 23, 26, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40

## P

Paisagem Urbana 89, 134

Passeios públicos 83

Pedestres 72, 73, 74, 75, 78, 81, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 92, 93, 94

Planeamento Urbano 134

Planeamiento 149, 150

Planejamento ambiental 57, 58, 63, 64, 68

Procesos exógenos 21

Proyecto urbano 150

Purificação 41

## R

Recursos compartilhados 121, 125, 126, 127, 129, 130

Reflexiones 163, 164, 165, 169

Remoção 41, 45, 46, 47, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Revitalización 150, 153, 155, 162

Riesgo 14, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 35, 37, 38, 39

## S

Sensoriamento 57, 58, 59, 61

Sustentabilidade 41, 131

## T

Tandilia 21, 22, 24, 25, 28, 39, 40

## U

Urbanização 58, 64, 121, 129, 134, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147

Urbanização contemporânea 134, 138, 146

Usos y costumbres 96, 102, 105, 109

## V

Vivienda propia 112, 114, 115, 116, 117

## Z

Zoogeomorfología 2



**EDITORA  
ARTEMIS**