

ICFBR 2011

International Conference on Fire Behaviour and Risk *Focus on Wildland Urban Interfaces*

Supported by PROTERINA-C Project
(EU Italia-Francia Marittimo 2007-2013 Programme)



Organized by



Università di Sassari
Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei



Consiglio Nazionale delle Ricerche
Istituto di biometeorologia



Alghero (Italy)
4-6 October 2011

BOOK OF
ABSTRACTS

Co-Sponsored by



The Global Fire Monitoring Center (GFMC)

Under the patronage of



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA DI SASSARI



ICFBR 2011

International Conference on Fire Behaviour and Risk

Focus on Wildland Urban Interfaces

Alghero (Italy), 4-6 October, 2011

Supported by PROTERINA-C Project:

A forecast and prevention system for climate change impacts on risk
variability for wildlands and urban areas

(EU Italia-Francia Marittimo 2007-2013 Programme)



Edited by

Pierpaolo Duce
*National Research Council
of Italy, Institute of Biometeorology
(CNR-IBIMET), Sassari, Italy*

Donatella Spano
*Department of Economics and Woody Plant
Systems (DESA), University of Sassari, Italy;
Euro-Mediterranean Center for Climate
Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy*

© Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy;
National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy

ISBN 978-88-6025-190-9

EDES

Editrice Democratica Sarda
Via Principessa Iolanda, 97 –
Tel. 079.262236
SASSARI

Graphic Design and Layout
Valentina Bacciu and Michele Salis

Printed by
TAS, Tipografi Associati Sassari
Zona Industriale Predda Niedda
Sud – Strada I0
SASSARI

October, 2011

Supported by

PROTERINA-C Project
EU Italia-Francia Marittimo 2007-
2013 Programme



Co-Sponsored by



The Global Fire Monitoring Center (GFMC)

Under the patronage of



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



PROVINCIA DI SASSARI



«*Dixerat ille, et iam per moenia clarior ignis
auditur, propiusque aestus incendia volvunt.
“ergo age, care pater, cervici imponere nostrae;
ipse subibo umeris nec me labor iste gravabit;
quo res cumque cadent, unum et commune periculum,
una salus ambobus erit.”*»

*Publius Vergilius Maro
Aeneis, Liber II, vv 705-710*

«*He spoke; and higher o'er the blazing walls
leaped the loud fire, while ever nearer drew
the rolling surges of tumultuous flame.
“Haste, father, on these bending shoulders climb!
This back is ready, and the burden light;
one peril smites us both, whate'er befall;
one rescue both shall find.”*»

*Publius Vergilius Maro
Aeneid, Book II, vv 705-710
Theodore C. Williams, trans., 1910*

PROTERINA-C Project

The Project Proterina-C “a forecast and prevention system for climate change impacts on risk variability for wildlands and urban areas” (EU Italia-Francia Marittimo 2007-2013 Programme) focuses on climate change impacts on wildlands and anthropic areas, with particular emphasis on the relations between climate changes and risk. The main objective is to provide common tools to prevent and reduce the negative effects of climate variability on risk conditions. The study areas are Sardinia, Corsica and Liguria, that are characterised by strong similarities in terms of both topography and land use. A key concern of PROTERINA-C is to investigate the effects of climate changes on fuel characteristics. Fire danger and behaviour models are used to evaluate the interactions between climate changes and fires, Key points of the Project are also communication and education programs, integrated into wildland fire management.

Project Coordinator: Regione Liguria - Dipartimento Agricoltura, Protezione Civile e Turismo

Partner 2: Université de Corse – Equipe feux de forêt

Partner 3: Regione Sardegna - Assessorato della Difesa dell'Ambiente Direzione Generale del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale

Partner 4: Arpa Sardegna

Partner 5: Consiglio Nazionale delle Ricerche Istituto di Biometeorologia Sassari

Partner 6: Università degli Studi di Sassari - Dipartimento di Economia e Sistemi Arborei



Il progetto Proterina-C, “un Sistema di Previsione e Prevenzione dell’Impatto della Variabilità delle Condizioni Climatiche sulla Variabilità del Rischio per l’Ambiente Vegetato e Urbano”, finanziato per il triennio 2009-2012 nell’ambito del programma europeo transfrontaliero marittimo Italia-Francia, affronta le problematiche collegate al cambiamento climatico e ai suoi impatti sull’ambiente naturale e antropizzato (aree forestali e agricole), con particolare riferimento alle condizioni di rischio indotte da questi mutamenti. L’obiettivo generale è quello di fornire alle aree interessate, che presentano tra loro forti analogie morfologiche e di utilizzo del territorio, strumenti comuni per contrastare gli effetti negativi della variabilità del clima sulle condizioni di rischio. Le aree di riferimento comprendono i territori di Corsica, Liguria e Sardegna. Alcune attività verranno focalizzate su aree pilota, scelte sulla base della loro significatività in relazione alle problematiche affrontate. I beneficiari finali del progetto saranno le amministrazioni locali coinvolte nella prevenzione dei rischi. Alcune attività avranno ricadute dirette su organizzazioni locali (es., gruppi di volontariato) o sulla popolazione esposta ai rischi. Il progetto prevede attività dedicate all’approfondimento della conoscenza e allo sviluppo di modelli in grado di valutare la pericolosità da incendi boschivi, anche in

relazione alla variabilità del clima. E' prevista inoltre l'adozione di una piattaforma unica integrata per la previsione dei rischi idrogeologico e da incendi, nonché l'identificazione di azioni pilota per la riqualificazione dei territori a rischio, anche attraverso l'identificazione di pratiche sostenibili di utilizzo del suolo. Elementi chiave sono i programmi di formazione per gli enti locali e le campagne di informazione rivolte alla popolazione soggetta al rischio. Infine sono previste attività di disseminazione dei risultati tramite lo svolgimento di workshop e la redazione di pubblicazioni congiunte.

Le projet Proterina-C traite des questions liées aux changements climatiques et ses impacts sur l'environnement et les zones urbaines (agriculture et forêt), notamment en ce qui concerne les conditions de risque causés par ces changements. L'objectif global est de fournir les zones du projet, qui ont de fortes similitudes morphologiques et d'utilisation des terres, des outils communs pour la lutte contre les effets de la variabilité du climat sur les conditions de risque. Les zones de référence comprends les territoires de la Corse, de la Ligurie et Sardaigne. Certaines activités seront axées sur des zones pilotes, choisis sur la base de leur importance par rapport aux questions adressée. Les bénéficiaires finaux du projet seront les gouvernements locaux impliqués dans la prévention des risques. Certaines activités ont des répercussions directes sur les organisations locales (par exemple, des groupes de bénévoles) ou sur la population exposée au risque. Le projet comprend des activités consacrées à approfondir les connaissances et le développement de modèles pour l'évaluation de risque des feux de forêt, aussi en relation avec la variabilité du climat. Il est également envisagé l'adoption de une plate-forme intégrée pour la prévision des risques d'incendie et hydrogéologiques et l'identification des projets pilotes pour la réhabilitation des territoires à risque, notamment par l'identification des pratiques l'utilisation durable des terres. Les principaux éléments sont les programmes de formation pour les collectivités locales et les campagnes d'information visant la population soumise au risque. Enfin, ils sont prévus des activités de diffusion des résultats, des ateliers thématiques, et des publications conjointes

Scientific Committee

Convenors

Pierpaolo Duce
*National Research Council of Italy, Institute of
 Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy*

Donatella Spano
*Department of Economics and Woody Plant
 Systems (DESA), University of Sassari, Italy;
 Euro-Mediterranean Center for Climate Changes,
 IAFENT Division, Sassari, Italy*

Members

Bachisio Arca	<i>Institute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>	<i>(ITALY)</i>
Margarita Arianoutsou-Faragitaki	<i>University of Athens</i>	<i>(GREECE)</i>
Valentina Bacciu	<i>EuroMediterranean Center for Climate Change – CMCC, IAFENT Division; University of Sassari – DESA</i>	<i>(ITALY)</i>
Carlos Borrego	<i>University of Aveiro</i>	<i>(PORTUGAL)</i>
Giovanni Bovio	<i>University of Torino</i>	<i>(ITALY)</i>
Francisco Castro Rego	<i>University of Lisbon</i>	<i>(PORTUGAL)</i>
Jack Cohen	<i>USDA Forest Service – Rocky Mountain Research Station, Missoula, MT</i>	<i>(USA)</i>
Marco Conedera	<i>Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, Bellinzona</i>	<i>(SWITZERLAND)</i>
Claudio Conese	<i>Institute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>	<i>(ITALY)</i>
Sandro Dettori	<i>University of Sassari – DESA</i>	<i>(ITALY)</i>
John Dold	<i>University of Manchester</i>	<i>(UK)</i>
Mike Flannigan	<i>Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre, Alberta</i>	<i>(CANADA)</i>



Francis Fujioka	<i>USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Riverside, CA</i>	<i>(USA)</i>
Corinne Lampin	<i>CEMAGREF, Aix-en-Provence</i>	<i>(FRANCE)</i>
Stefano Mazzoleni	<i>University of Napoli</i>	<i>(ITALY)</i>
Domingo Molina Terren	<i>University of Lleida</i>	<i>(SPAIN)</i>
Josè Manuel Moreno Rodriguez	<i>University of Castilla La Mancha</i>	<i>(SPAIN)</i>
Grazia Pellizzaro	<i>Institute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>	<i>(ITALY)</i>
Michele Salis	<i>University of Sassari – DESA; EuroMediterranean Center for Climate Change – CMCC, IAFENT Division</i>	<i>(ITALY)</i>
Jesús San-Miguel-Ayanz	<i>Institute for Environment and Sustainability – EC – JRC, Ispra, Varese</i>	<i>(ITALY)</i>
Albert Simeoni	<i>Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA</i>	<i>(USA)</i>
Costantino Sirca	<i>University of Sassari – DESA; EuroMediterranean Center for Climate Change – CMCC, IAFENT Division</i>	<i>(ITALY)</i>
Ramon Vallejo Calzada	<i>Centro de Estudios Ambientales del Mediterraneo CEAM</i>	<i>(SPAIN)</i>
Andrea Ventura	<i>Istitute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>	<i>(ITALY)</i>
Xavier Viegas Domingos	<i>University of Coimbra</i>	<i>(PORTUGAL)</i>
Gavriil Xanthopoulos	<i>Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology – NAGREF, Athens</i>	<i>(GREECE)</i>



Organizing Committee

Giorgio Onorato Cicalò	<i>Civil Protection – Sardinia Forest Service</i>
Nicolò Antonio Corraïne	<i>ARPAS – Environmental Protection Agency of Sardinia</i>
Pierpaolo Duce	<i>Institute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>
Paolo Fiorucci	<i>CIMA Research Foundation – International Centre on Environmental Monitoring</i>
Ulderica Parodi	<i>Civil Protection of Liguria</i>
Paul Antoine Santoni	<i>University of Corsica</i>
Donatella Spano	<i>University of Sassari – DESA; EuroMediterranean Center for Climate Change – CMCC, IAFENT Division</i>

Scientific Secretariat

Valentina Bacciu	<i>EuroMediterranean Center for Climate Change – CMCC, IAFENT Division; University of Sassari – DESA</i>
Elena Campus	<i>Institute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>
Tiziano Ghisu	<i>Institute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>
Gian Valeriano Pintus	<i>Institute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>
Michele Salis	<i>University of Sassari – DESA; EuroMediterranean Center for Climate Change – CMCC, IAFENT Division</i>

Organizing Secretariat

Elena Campus	<i>Institute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>
Marcello Cillara	<i>University of Sassari – DESA</i>
Cinzia Fois	<i>University of Sassari – DESA</i>
Gian Valeriano Pintus	<i>Institute of Biometeorology – CNR IBIMET</i>

Convenors



DONATELLA SPANO

Professor at the Department of Economics and Woody Plant Ecosystems (DESA) at the University of Sassari and coordinator of the Euro-Mediterranean Center on Climate Changes (CMCC) Unit in Sassari, Italy. She is Chair of the PhD Course on Agrometeorology and Ecophysiology. Appointed to the Italian Department of Civil Protection - National Committee on Natural Hazards, subcommittee on Forest Fire. She is a biometeorologist with relevant experience on research activity on the interaction between the lower atmosphere and vegetative surfaces with emphasis on the development and refinement of micrometeorological methods for estimating evapotranspiration and

CO₂ exchanges. Most recent research effort is directed towards the development and testing of wildfire risk and forecasting models and the assessment of climate change impacts on agricultural and forest ecosystems. She is involved as principle investigator in several national and international research projects and authored and co-authored more than 150 national and international scientific papers. She is serving as Pro Rector of Scientific Research at the University of Sassari.



PIERPAOLO DUCE

Senior research scientist, head of the research unit of the Institute of Biometeorology (CNR Ibimet) located in Sassari, biometeorologist with relevant experience in research team and project management. He developed a significant experience on biometeorological and ecophysiological researches with emphasis on methods and modeling for the analysis and protection of agricultural and forest ecosystem. Specific research activities have been conducted on: (i) flux modelling in agricultural and forest systems, (ii) methods and instruments for monitoring terrestrial ecosystems, and (iii) ecophysiology of crops and forest species. Most recent research efforts were directed to modelling

energy and mass exchanges in the lower atmosphere, to assess Mediterranean ecosystems functioning, to determine fire risk and behaviour, and to investigate potential climate change impacts on agricultural and natural ecosystems. He is currently involved in several national and international research projects aiming to better understand forest and shrubland ecosystems functioning and improve fire behaviour modelling. To date, he has authored and co-authored more than 150 national and international scientific papers.

Foreword

Dear friends and colleagues,

Welcome to the International Conference on Fire Behaviour and Risk 2011 and to Alghero!

ICFBR2011 is organized by the Institute of Biometeorology of the National Research Council of Italy (CNR Ibimet, Sassari) and the Department of Economics and Woody Plant Ecosystems (DESA) of the University of Sassari with the purpose of exchanging scientific results, information, and experiences between Mediterranean and extra-Mediterranean countries and contributing to the reinforcement of forest fire knowledge, prevention and suppression.

The Mediterranean basin ecosystems are extremely sensitive and vulnerable to anthropogenic disturbances and fire is one of the most significant threats for the Mediterranean forested areas. In the last three decades, forest fires showed an increase of both occurrence and number of extreme fire seasons. Moreover, a growing number of fires threatens the wildland-urban interface, with potential risk for people safety and damage for villages, tourist resorts and other human activities. Therefore, the development of fire management policies are required to reduce the wildland and wildland-urban interface fire risk by applying methods and models for planning the operational phases of fire management. In the Mediterranean countries, considerable knowledge, several tools and adapted methodologies, typical for each country, were developed to help in improving the efficiency in forest fire prevention and suppression systems and they need to be better known and shared.

The Conference, an initiative of the Proterina-C Project (A forecast and prevention system for climate change impacts on risk variability for wildlands and urban areas), is co-funded by the European Regional Development Fund under the Transboundary Co-operation Program "Italy-France Maritime", and is co-sponsored by the Global Fire Monitoring Center (GFMC), an activity of the UN International Strategy for Disaster Reduction (UN-ISDR), with the patronage of the Regional Administration of Sardinia, the Province Administration of Sassari, and the Euro-Mediterranean Centre for Climate Change (CMCC).

The aim is to present advancements in forest fire research and to illustrate the contribution of researchers to scientific and operational knowledge of wildland fire, with particular attention to fire behaviour and risk modelling, relationships between climate and fires, and fire risk at wildland urban interface. Every session is opened by keynote speakers from USDA and Canadian Forest Services, which will present the state-of-the-art of each issue and specific research studies. Special sessions are dedicated to illustrate results from the Proterina-C Project and to give an overview of the more relevant European projects. The present Book of Abstracts contains all the lectures, papers and posters that were accepted for presentation at the Conference, with the original version in English as well as the French and Italian translation.

We would like to thank all the Authors for their interest and contribution to the Conference. The good quality of the submitted papers was acknowledged by the Scientific Committee of the Conference that evaluated more than 130 papers. We would also like to express our personal thanks to all the components of the Organizing Committee and the Secretariat for the great effort and care during all the months that preceded the Conference days. Lastly, with over 25 Countries from around the globe here these days, we thank you for coming.

We hope that you will enjoy ICFBR2011, learn something new, discuss the issues, take time to renew contacts and make new friends.

Yours sincerely,

The Convenors of the Conference:

Pierpaolo Duce

Handwritten signature of Pierpaolo Duce in black ink.

Donatella Spano

Handwritten signature of Donatella Spano in black ink.

Keynote Speakers



FRANCIS FUJIOKA

is a Research Meteorologist with the USDA Forest Service, assigned to the Pacific Southwest Research Station in Riverside, California. He specializes in the development of weather models for fire management applications, such as weather/fire behavior simulation and prediction, and seasonal fire potential forecasting at regional and national scales. Dr. Fujioka served as Project Leader for Fire Meteorology and Fire Management Research in the PSW Station at Riverside. His AMS involvement has included co-chair for three AMS Fire and Forest Meteorology Conferences, and member of the Committee on Agricultural and Forest Meteorology. He also served as a member of the 2007 Fire Weather Research Working Group commissioned by the NOAA Science Advisory Board to review the nation's research and

operational needs for fire weather information. Dr. Fujioka's current research focuses on developing risk assessment tools for fire management decision support. He has B.S. and M.S. degrees in meteorology from the University of Hawaii, an M.A. degree in statistics from the University of California, Berkeley, and a Ph.D. degree in Earth Sciences from the University of California, Riverside.



MIKE FLANNIGAN

is a professor with the Department of Renewable Resources at the University of Alberta and a senior Research Scientist with the Canadian Forest Service. He received his BSc (Physics) from the University of Manitoba, his MS (Atmospheric Science) from Colorado State University and his PhD (Plant Sciences) from Cambridge University. He also completed Meteorologist course MT35 with Environment Canada and worked as a meteorologist for a few years. Dr. Flannigan's primary research interests include fire and weather/climate interactions including the potential impact of climatic change, lightning-ignited forest fires, landscape fire modelling and interactions between vegetation (peat in particular), fire and weather. He was the Editor-in-Chief of the International Journal of Wildland Fire (2002-2008) and has taken on

leadership roles with the US National Assessment on Global Change, IPCC, IGBP Fire Fast Track Initiative and Global Change Terrestrial Ecosystems (GCTE) efforts on the global impacts of fire. He is the director of the newly formed Western Partnership for Wildland Fire Science located at the University of Alberta.



JACK COHEN

is a Research Physical Scientist for the Missoula Fire Sciences Laboratory. He has been involved in wildland fire research since 1972 and has served at US Forest Service fire laboratories in Missoula, MT, Riverside, CA and Macon, GA. He was a co-developer of the U.S. National Fire Danger Rating System and has contributed to the development of U.S. fire behavior prediction systems. At the Riverside Fire Laboratory he conducted research on live fuel fire behavior in southern California shrub lands (chaparral) and also served operationally as a prescribed fire ignition supervisor and fire behavior analyst. For most of two decades Dr. Cohen focused his research on how wildland-urban interface (WUI) fire disasters occur and how homes ignite during extreme wildfires. He

was one of the principal scientists involved in the International Crown Fire Modeling Experiment, NWT, Canada, where he investigated the thermal characteristics of crown fire related to structure ignition and fire spread. He currently focuses his research on the fire dynamics related to live shrub and tree canopy fire behavior (active crown fires) and continues a portion of his time revealing opportunities for preventing wildland-urban fire disasters.

First Session

European Projects on Forest Fires

PR.I - An overview of the Proterina-C European project

Parodi U.¹, Fanti S.², Galardi M.¹

1. Regione Liguria, Via Fieschi, 15 16121 Genova, Italy; 2. CIMA Foundation, Via Magliotto, 2 1700 Savona, Italy

ulderica.parodi@regione.liguria.it, silvia.fanti@regione.liguria.it, massimo.galardi@regione.liguria.it

The PROTERINA-C project is funded, for the period 2009-2012, by the European cross-border maritime ITALIA-FRANCIA programme. It combines scientific activities with the design and experimentation of sustainable risk mitigation measures for pilot areas and use of pre-operational forecast models for forest fires and wild-urban interface fires. The project aims to promote the scientific transfer to local communities and governmental authorities of the maritime border area by encouraging the development of sustainable policies and the construction and a shared culture of risk mitigation. The project develops common tools for predicting risk (platforms and models) and involves local communities in developing sustainable risk prevention projects. In addition to the results of scientific studies that show some characters of interest and novelty the project highlights the importance of side by side work done by scientific partners and technicians of local or regional authorities in developing pilot projects for sustainable risk prevention, information activities and training. This working mode favours scientific enrichment of local operators and the development of a greater attention of scientific community to operational and management issues. A further element of strength of the project PROTERINA-C is the multi-disciplinary. The project sees involved a broad spectrum of scientists and professionals ranging from sociologists to physicists, to computing, statistics, biologists and plant physiologists, engineers and architects in a synergistic framework of scientific analysis for the development of sustainable prevention projects, risk management and spread of risk culture. The presentation illustrates the technical and financial aspects of the project and gives a rapid survey of the results obtained from the project.

Keywords: sustainability, risk prevention, climate change, risk management, European funding

Il progetto PROTERINA-C, finanziato per il triennio 2009-2012 nell'ambito del programma europeo transfrontaliero Italia-Francia marittimo, coniuga attività di tipo scientifico con la progettazione e realizzazione di interventi sperimentali di mitigazione del rischio su aree pilota e l'implementazione pre-operativa di modelli di previsione per gli incendi boschivi e di interfaccia. Il progetto vuole favorire il trasferimento di competenze dal mondo della ricerca scientifica alle comunità locali ed ai governi dell'area transfrontaliera favorendo lo sviluppo di politiche sostenibili e la costruzione ed una cultura del rischio condivisa nell'ambito della regione marittima. Sono stati quindi sviluppati strumenti comuni per la previsione dei rischi (piattaforme e modelli) e coinvolte le comunità locali nello sviluppo di progetti di prevenzione sostenibile del rischio. Oltre ai risultati dei lavori scientifici che presentano alcuni caratteri di interesse e novità, si evidenzia l'importanza dell'affiancamento di partner scientifici e amministratori o tecnici di enti locali o regionali nella realizzazione dei progetti pilota di prevenzione sostenibile del rischio e nelle attività di informazione e formazione. Tale affiancamento favorisce sia l'arricchimento scientifico di chi si trova ad operare sul territorio sia lo sviluppo di una maggiore attenzione del mondo scientifico alle problematiche gestionali ed operative. Un ulteriore elemento di forza del progetto Proterina-C è la multidisciplinarietà. Il progetto vede infatti coinvolto un ampio spettro di scienziati ed operatori che spaziano dalla sociologia alla fisica, all'informatica, alla matematica statistica, alla biologia e fisiologia vegetale, all'ingegneria ed architettura in un quadro sinergico di analisi scientifica e sviluppo di progetti di prevenzione sostenibile e di diffusione della cultura del rischio. La presentazione illustra gli aspetti tecnici e finanziari del progetto oltre a fornire un rapido excursus dei risultati ottenuti dal progetto.

Le projet PROTERINA-C est financé, pour la période 2009-2012, par le programme frontalier maritime Italie-France. Il combine des activités scientifiques avec la conception et l'expérimentation des mesures durables de mitigation du risque pour des zones pilotes et l'utilisation de modèles de prévision pré-opérationnels pour les incendies de forêt et les incendies de l'interface péri-urbaine. Le projet vise à promouvoir le transfert scientifique aux communautés locales et aux autorités gouvernementales de la zone de frontière maritime en encourageant le développement de politiques durables et la construction d'une culture partagée de la mitigation du risque. Il veloppe

des outils ordinaires de prévision du risque (plateformes et modèles) et implique les communautés locales dans le développement de projets de prévention durable du risque. Outre les résultats des études scientifiques qui ont montré certains traits d'intérêt et d'innovation, le projet met en évidence l'importance du travail côte à côte des partenaires scientifiques et des techniciens des autorités locales et régionales dans le développement de projets pilotes pour une prévention durable du risque, des activités d'information et de formation. Ce mode de travail favorise l'enrichissement scientifique des opérateurs locaux et le développement d'une plus grande attention de la communauté scientifique aux questions de gestion et de fonctionnement. Un autre élément de force du projet PROTERINA-C est la multidisciplinarité. Le projet semble impliquer un large spectre de scientifiques et professionnels, allant des sociologues aux physiciens, informaticiens, statisticiens, biologistes et physiologistes des plantes, ingénieurs et architectes dans un cadre synergique d'analyse scientifique pour le développement de projets de prévention durable, gestion du risque et expansion de culture du risque. L'article montre les aspects techniques et financiers du projet et présente une étude rapide de ses résultats.

PR.2 - Fuel types and potential fire behavior in Sardinia and Corsica islands: a pilot study

Duce P.¹, Pellizzaro G.¹, Arca B.¹, Bacciu V.^{2,3}, Salis M.^{2,3}, Spano D.^{2,3}, Santoni P.A.⁴, Barboni T.⁴, Leroy V.⁴, Cancellieri D.⁴, Leoni E.⁴, Ferrat L.⁴, Perez Y.⁴

1. National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy; 2. Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy; 3. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy; 4. SPE UMR 6134 CNRS – University of Corsica, Campus Grimaldi BP 52, 20250 Corte, France

p.duce@ibimet.cnr.it, vbacciu@uniss.it, santoni@univ-corse.fr

Wildland fires represent a serious threat to forests and wooded areas of Mediterranean Basin. Regarding the last ten years, Spain, Portugal, Italy, Greece and France recorded an annual average of about 50,000 forest fires and about 470,000 burned hectares (European Communities, 2009). Cover, type, humidity status, and biomass and necromass load of vegetation are critical variables in affecting wildland fire occurrence. In particular, fuel physical characteristics such as loading (weight per unit area), size (particle diameter), and bulk density (weight per unit volume) of the live and dead biomass contribute to the spread, intensity, and severity of wildland fire. So that, the availability of accurate fuel data at different spatial and temporal scales is essential for fire management applications, from fire behavior prediction to fire effects simulation to ecosystem simulation modeling. One of the goals of Proterina-C project is to evaluate the fire danger in Mediterranean areas and characterize the vegetation parameters involved in the combustion process. In this context, the objectives of this work are i) to identify and describe the different fuel types mainly affected by fire occurrence in Sardinia and Corsica Islands and ii) clusterize the selected fuel types in function of their potential fire behavior. In the first part of the work, the available time series of fire event perimeters and the land use map data were crossed and analysed in order to identify the main land use types affected by fires. Field sampling sites were then randomly identified on selected vegetation types and the following variables were collected: live and dead fuel load, depth of the fuel layer, plant cover. Dead and live fuel load were inventoried following the standardized classes (1h, 10h, 100h) of the USDA National Fire Danger Rating System. In the second part of the work the potential fire behavior for every experimental site was then calculated by BEHAVE fire behavior prediction system (Andrews, 1989), using as input data the collected fuel variables. Fire behavior was simulated by setting different weather scenarios representing the most frequent summer meteorological conditions. The simulation outputs (fireline intensity, rate of spread, flame length) were then used to perform a cluster analysis in order to group the different fuel types based on their potential fire behavior. The results of this analysis can be used to produce fire behavior fuel maps that are important tools in locating and rating fuel treatments, evaluating fire hazard and risk for land management planning, and aiding in environmental assessments and fire danger programs modeling.

Keywords: *Proterina-C, fuel characteristics, potential fire behavior*

Gli incendi boschivi rappresentano una seria minaccia per foreste e aree boscate nelle aree del bacino del Mediterraneo. Negli ultimi dieci anni in Spagna, Portogallo, Francia, Italia e Grecia è stata registrata una media annuale di circa 50,000 incendi boschivi con una superficie bruciata di circa 470,000. L'insorgenza di incendi boschivi è largamente influenzata anche da diverse variabili legate alla vegetazione quali la copertura, le condizioni di umidità della vegetazione e il carico di biomassa e necromassa. In particolare, alcune caratteristiche del combustibile quali il carico, la dimensione delle particelle e la densità influiscono sulla velocità di propagazione, sull'intensità e sulla severità di un incendio. La disponibilità, a differenti scale spaziali e temporali, di dati accurati relativi al combustibile è, quindi, essenziale per la previsione del comportamento dell'incendio, per simularne gli effetti e per attuare una corretta gestione del fenomeno. Uno degli obiettivi del progetto Proterina-C è quello di valutare il pericolo di incendio in area Mediterranea anche attraverso la caratterizzazione delle proprietà della vegetazione che influenzano il processo di combustione. In questo contesto, gli obiettivi del presente lavoro sono: i) identificare e descrivere le differenti tipologie di combustibile vegetale maggiormente interessate dagli incendi boschivi in Sardegna e Corsica, ii) classificare le diverse tipologie di combustibile selezionate in funzione del comportamento potenziale del fuoco associato ad esse. Nella prima parte del lavoro, i perimetri degli incendi passati e la mappa di uso del suolo sono stati incrociati al fine di identificare quali fossero le tipologie di vegetazione maggiormente interessate dal fenomeno degli incendi. Successivamente, per le tipologie individuate, sono stati selezionati diversi siti sperimentali

nei quali sono state misurate le seguenti grandezze: carico di combustibile vivo e morto, altezza dello strato di combustibile, copertura vegetale. Il carico di combustibile vivo e morto è stato suddiviso seguendo la classificazione standard (1h, 10h, 100h) riportata nel National Fire Danger Rating System realizzato dall'USDA. Nella seconda parte del lavoro, per ciascun sito sperimentale, è stato simulato, tramite l'uso del fire behavior prediction system BEHAVE (Andrews, 1989), il comportamento potenziale del fuoco, usando le caratteristiche del combustibile misurate in campo come variabili di input. Il comportamento del fuoco è stato simulato utilizzando differenti scenari meteorologici rappresentativi delle condizioni meteorologiche estive maggiormente frequenti nelle aree oggetto di studio. I risultati delle simulazioni (intensità del fronte di fiamma, velocità di propagazione, altezza della fiamma) sono stati analizzati mediante cluster analysis per identificare diverse classi di tipologie di combustibile in funzione del comportamento potenziale dell'incendio ad esse associato.

Les incendies de végétation représentent une menace grave pour les forêts et les zones boisées du bassin méditerranéen. Concernant les dix dernières années, l'Espagne, le Portugal, l'Italie, la Grèce et la France ont enregistré une moyenne annuelle d'environ 50,000 incendies de forêt et 470,000 ha brûlés (Communauté européenne, 2009). La couverture, le type, l'état d'humidité, ainsi que la biomasse et la charge de nécromasse de la végétation sont des variables critiques concernant l'occurrence de feux de broussailles. En particulier, les caractéristiques physiques du combustible telles que la charge (masse par unité de surface), la taille (diamètre des particules) et la densité apparente (masse par unité de volume) de la biomasse vivante et morte contribuent à la propagation, la puissance et la gravité du feu de broussailles. De ce fait, la disponibilité de données appropriées sur le combustible à différentes échelles spatio-temporelles est nécessaire pour les applications de gestion d'incendie, allant de la prévision du comportement de l'incendie, à la simulation des effets de l'incendie, et à la modélisation de la simulation de l'écosystème. L'un des objectifs du projet Proterina-C est d'évaluer le risque d'incendie dans les régions méditerranéennes et de caractériser les paramètres de la végétation impliqués dans le processus de combustion. Dans ce contexte, les objectifs de ce travail sont : i) l'identification et la description de différents types de combustibles principalement concernés par la survenance d'incendies en Sardaigne et en Corse et ii) le regroupement des types de combustibles sélectionnés en fonction de leur comportement potentiel lors de l'incendie. Dans la première partie du travail, la série temporelle disponible des périmètres des événements d'incendie et les données de la carte d'utilisation du sol ont été croisées et analysées en vue de l'identification des principaux territoires concernés par les incendies. Les sites d'échantillonnage de terrain ont été identifiés de façon aléatoire sur les types de végétation sélectionnés et les variables suivantes ont été collectées : charge combustible vivante et morte, profondeur de couche du combustible, couverture végétale. La charge combustible vivante et morte a été inventoriée suivant les classes normalisées (1 h, 10 h, 100 h) du système national du risque d'incendie USDA. Dans la deuxième partie du travail, le comportement potentiel d'incendie pour chaque site expérimental a ensuite été calculé par le système de prévision du comportement potentiel de l'incendie BEHAVE (Andrews, 1989), en utilisant comme données les variables de combustible collectées. Le comportement de l'incendie a été simulé en établissant différents scénarios climatiques représentant les conditions météorologiques d'été les plus fréquentes. Les résultats de la simulation (puissance du feu, vitesse de propagation, longueur de la flamme) ont été ensuite utilisés pour faire une analyse typologique pour regrouper les différents types de combustible en fonction de leur comportement potentiel au feu. Les résultats de cette analyse peuvent être utilisés pour produire des cartes des combustibles selon leur comportement au feu, qui sont des outils importants pour la localisation et l'évaluation des traitements du combustible, l'évaluation du risque d'incendie et du risque pour la planification de la gestion du sol, ainsi que pour l'assistance aux évaluations environnementales et à la modélisation des programmes de risque d'incendie.

PR.3 - Fire propagation modeling

Santoni P.A.

SPE UMR 6134 CNRS – University of Corsica, Campus Grimaldi BP 52, 20250 Corte, France

santoni@univ-corse.fr

The ability of the forest fire community in modelling and simulating forest fire spread, as well as developing management approaches and techniques, has increased significantly in recent years. Modelling has become an essential tool in forest fire research and becomes a crucial instrument in the studies of wildland–urban interface fires, fire mitigation and risk mapping. Wildfires are driven by complex physical and chemical processes, operating on vastly different scales ranging from micrometers to kilometers. Their interactions depend on coupling between non-linear phenomena such as turbulence in the lower part of the atmospheric boundary layer, topography, vegetation and fire itself (chemical reactions, radiation heat transfer and degradation of the vegetation). Different reviews of fire spread models have been conducted these last ten years. Depending on the authors, wildland fire mathematical models may be classified according to the nature of the equations (physical, quasi-physical, quasi-empirical and empirical) or according to the physical system modeled (surface fire models, crown fire models, spotting models, ground fire models). With regard to the first classification, the simplest models are the statistical ones, which make no attempt to involve physical mechanisms. Empirical models are based upon the conservation of energy, but they do not distinguish the mode of heat transfer. Finally, physical models differentiate the various kinds of heat transfer in order to predict fire behaviour. Among them, multiphase modeling and coupled fire–fuel–atmosphere models represent the most complete approach developed so far. Whatever the classification there is a general agreement on the fact that simple models have to be used if one wants to provide real time operational tools. Conversely multidimensional numerical fluid-dynamical wildfire simulation models must be used to study the behavior of wildfire and wildland–urban interface fires. However, these last models require computational resources that preclude real-time forecasts. The computational cost of physics-based wildland fire modeling limits the application of the approach to modeling wildfire behaviour within a certain scale range. On another hand, quasi-empirical and empirical model may be very efficient for fuel and environmental conditions comparable to those of test-fires, but the absence of a real physical description makes them inapplicable to other situations. The dilemma is whether one wants to simulate wildfire phenomenon accurately or quickly. The aim of this communication is twofold. We will first present some of the most important trends in modelling fire behaviour. Based on this review we will explain the reasons why simple model must be used if one want to develop real time land management decision support systems. Secondly we will compare the modelling assumption and the structural equations of three fire spread models used in decision support systems for Mediterranean conditions at landscape scale. Finally the work conducted in Proterina-C project concerning fire propagation modeling strategy will be presented.

Keywords: *fire spread model, landscape scale, combustion*

La competenza della comunità che si occupa di antincendio ricreando modelli e simulando la propagazione degli incendi boschivi, e sviluppando approcci e tecniche di gestione, è cresciuta enormemente negli anni recenti. La modellazione è diventata uno strumento essenziale nella ricerca sugli incendi boschivi e diventa un mezzo di cruciale importanza negli studi sugli incendi nell'interfaccia urbano-rurale, mitigazione degli incendi e mappatura del rischio. Gli incendi sono guidati da processi fisici e chimici complessi, che operano su scale molto diverse che vanno da micrometri a chilometri. Le loro interazioni dipendono dall'azione congiunta fra i fenomeni non lineari come la turbolenza nella parte inferiore dello strato di confine atmosferico, la topografia, la vegetazione e lo stesso fuoco (reazioni chimiche, trasferimento del calore per irradiazione e deterioramento della vegetazione). Negli ultimi dieci anni sono state condotte diverse analisi dei modelli di propagazione degli incendi. A seconda degli autori, i modelli matematici degli incendi in aree non coltivate possono essere classificati secondo la natura delle equazioni (fisiche, quasi-fisiche, quasi-empiriche ed empiriche) o secondo il sistema fisico ricreato (modelli di incendi di superficie, incendi di chioma, focolai secondari, incendi di suolo). Quanto alla prima classificazione, i modelli più semplici sono quelli statistici, che non fanno alcun tentativo di coinvolgere meccanismi fisici. I modelli empirici si basano sulla conservazione dell'energia, ma non distinguono la modalità di trasferimento del calore. Infine, i modelli fisici differenziano i vari tipi di trasferimento di calore al fine di prevedere il comportamento dell'incendio. Fra essi, la

modellazione multifase e i modelli che accoppiano incendio-combustibile-atmosfera rappresentano l'approccio più completo finora sviluppato. Qualunque sia la classificazione, tutti concordano sul fatto che devono essere utilizzati i modelli semplici se si intende fornire degli strumenti operativi in tempo reale. Al contrario, i modelli di simulazione multidimensionali, numerici e fluido-dinamici devono essere utilizzati per studiare il comportamento degli incendi boschivi e di quelli nell'interfaccia urbano-rurale. Tuttavia, questi ultimi richiedono delle risorse computazionali che precludono le previsioni in tempo reale. Il costo computazionale della modellazione di incendi boschivi basati sulla fisica, limita l'applicazione dell'approccio alla modellazione del comportamento dell'incendio entro una certa gamma di scale. Dall'altra parte, il modello quasi-empirico ed empirico potrebbe essere molto efficiente per il combustibile e le condizioni ambientali confrontabili a quelle degli incendi di prova, ma l'assenza di una reale descrizione fisica li rende inapplicabili ad altre situazioni. Il dilemma è se si vuole simulare il fenomeno di un incendio boschivo in modo accurato o rapido. Lo scopo di questa comunicazione è duplice. Presenteremo prima alcuni dei trend più importanti nella modellazione del comportamento degli incendi. Sulla base di questa analisi spiegheremo le ragioni per cui il modello semplice deve essere utilizzato se si vogliono sviluppare in tempo reale dei sistemi di sostegno alle decisioni da prendere per la gestione del territorio. In secondo luogo, confronteremo il presupposto modellistico e le equazioni strutturali dei tre modelli di propagazione del fuoco utilizzati nei sistemi di sostegno alle decisioni per le condizioni mediterranee su scala paesaggistica. Infine, sarà presentato il lavoro realizzato nel progetto Proterina-C riguardante la strategia di modellazione della propagazione degli incendi.

La capacité de la communauté travaillant sur les feux de forêt à modéliser et simuler la propagation de l'incendie de forêt et à développer les approches et les techniques de gestion a considérablement évolué ces dernières années. La modélisation est devenue un outil essentiel dans la recherche sur les incendies de forêt et un instrument capital pour les études des incendies dans l'interface péri-urbaine, la lutte contre les incendies et la cartographie du risque. Ces incendies sont causés par des processus physiques et chimiques, opérant sur différentes échelles allant du micromètre au kilomètre. Leurs interactions dépendent du couplage entre les phénomènes non linéaires, tels que la turbulence dans la partie inférieure de la couche limite atmosphérique, la topographie, la végétation et l'incendie lui-même (réactions chimiques, transfert de chaleur par rayonnement et dégradation de la végétation). Différentes revues des modèles de propagation d'incendie ont été menées ces dix dernières années. Selon les auteurs, les modèles mathématiques des feux peuvent être classés selon la nature des équations (physique, quasi physique, quasi empirique et empirique) ou selon le système physique modélisé (modèles d'incendie de surface, modèles de feux de cimes, modèles de brandons, modèles d'incendie au sol). En ce qui concerne la première classification, les modèles les plus simples sont les modèles statistiques qui n'essayent pas d'impliquer les mécanismes physiques. Les modèles empiriques sont basés sur la conservation de l'énergie, mais ils ne distinguent pas les modes de transfert de chaleur. Enfin, les modèles physiques différencient les divers types de transfert de chaleur pour prédire le comportement de l'incendie. Parmi eux, la modélisation multiphasique et les modèles d'atmosphère-combustible-incendie couplés représentent l'approche la plus complète développée à ce jour. Quelle que soit la classification, il y a un accord général sur le fait que les modèles simples doivent être utilisés si l'on veut créer des outils opérationnels en temps réel. Inversement, les modèles multidimensionnels de simulation numérique de la dynamique des fluides doivent être utilisés pour l'étude du comportement des incendies et des incendies de l'interface péri-urbaine. Cependant, ces derniers modèles exigent des ressources de calcul qui excluent les prévisions en temps réel. Le coût de calcul de la modélisation des incendies basée sur la physique limite l'application de l'approche à modéliser le comportement de l'incendie à une certaine échelle. D'autre part, le modèle quasi empirique et empirique peut être très efficace pour les conditions environnementales et de combustible, comparables à celles des incendies-test, mais l'absence d'une description physique réelle les rend inapplicables à d'autres situations. Le dilemme est de savoir si l'on veut simuler le phénomène de l'incendie avec exactitude ou avec rapidité. L'objectif de cette communication a deux volets. Nous présenterons d'abord certaines des tendances les plus importantes dans la modélisation du comportement de l'incendie. Sur la base de cette revue, nous expliquerons pourquoi le modèle simple doit être utilisé si l'on veut développer les systèmes d'aide à la décision en temps réel. Ensuite, nous comparerons les hypothèses de modélisation et les équations structurales de trois modèles de propagation d'incendie, utilisées dans les systèmes de support de décision pour les conditions de la Méditerranée à l'échelle du paysage. Enfin, nous présenterons le travail mené dans le projet Proterina-C concernant la stratégie de modélisation de propagation de l'incendie.

PR.4 - IFI: applications at local and regional scale in the Euro-Mediterranean area

Spano D.^{1,2}, Sirca C.^{1,2}, Salis M.^{1,2}, Bacciu V.^{1,2}, Arca B.³, Duce P.³

1. Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy; 2. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy; 3. National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy

spano@uniss.it, p.duce@ibimet.cnr.it

Europe, especially in the Southern part, heavily experiences wildland fires. About 60,000 fires occur every year on average, burning more than 600,000 ha (EEA, 2003; JRC, 2007), and aside the statistical effects, there are more fires than a century ago (Moreno et al., 1998; Mouillot et al., 2005; Mouillot and Field, 2005). In these areas, the ignition is mainly assignable to humans (voluntary or involuntary actions), but fires seems to be governed by weather and climate (Piñol et al., 1998; Pausas 2004; Pereira et al., 2005); also vegetation plays a fundamental role. Basing on this context, it is crucial the role of fire danger assessment, also in order to efficiently distribute the fire-fighting resources and, in general, to optimize the fire planning and management. There are several and heterogeneous definitions of fire danger. Following the definition of Chuvieco et al. (2003), and Bachman and Allgöwer (1998), fire danger can be defined as "the probability of a fire happens and its consequences". Estimating fire danger is obtained by the identification of potentially contributing variables and integrating them into a mathematical expression, i.e. an index. IFI (Integrated Fire Index) is a fire danger index originally developed for Sardinia, Italy. The general index structure includes four codes: 1) Drought Code (DC) linked to water status of plants; 2) Meteo Code (MC) related to turbulence and weather conditions; 3) Fuel Code (FC) which takes into account fuel characteristics and moisture; 4) Topological Code (TC) which considers slope and aspect of the study area. IFI is operatively used in Sardinia by the Regional Forestry Corp as tool to forecast fire danger using daily weather forecast. In Proterina C, an improved version of IFI was developed and tested. In this presentation, an overview of the IFI applications is showed both at local and regional scales. At local scale, IFI was tested for several years in Sardinia (Italy) and showed good performances in order to predict fire occurrence and burnt areas. At regional scale, IFI also showed good skills, in conjunction to the Seasonal climatic Prediction System of CMCC (Euro-Mediterranean Centre on Climate Change), to predict the seasonal fire danger in the EuroMediterranean area.

Keywords: *wildfire, Mediterranean, fire danger*

L'Europa, soprattutto gli stati meridionali, è pesantemente soggetta agli incendi boschivi. Ogni anno, in media, si verificano circa 60,000 incendi, che bruciano più di 600,000 ettari (EEA, 2003; JRC, 2007), e a parte gli effetti statistici, ci sono più fuochi di un secolo fa (Moreno et al., 1998; Mouillot et al., 2005; Mouillot e Field, 2005). In queste aree, i fattori che giocano un ruolo chiave nell'innesco e nella propagazione degli incendi, oltre all'attività antropica (con azioni volontarie o involontarie), sono le condizioni meteorologiche e climatiche (Piñol et al., 1998; Pausas 2004; Pereira et al., 2005), nonché lo stato e le caratteristiche della vegetazione. Al fine di distribuire in modo efficiente le risorse antincendio e, in generale, per ottimizzare la pianificazione e la gestione del fuoco, la valutazione del pericolo d'incendio assume un ruolo fondamentale. Esistono diverse definizioni di pericolo incendio. Seguendo quelle di Chuvieco et al. (2003) e di Bachman e Allgöwer (1998), il pericolo di incendio può essere definito come "la probabilità che si verifichi un incendio e le sue conseguenze". La stima del pericolo di incendio si ottiene attraverso l'identificazione delle variabili che contribuiscono potenzialmente al pericolo e la loro integrazione in un'espressione matematica, per esempio un indice. L'indice IFI (Indice Fuoco Integrato) è un indice di pericolo incendio originariamente sviluppato per la Sardegna (Italia). La struttura generale dell'indice comprende quattro codici: 1) Codice di Siccità (DC) legato allo stato idrico della vegetazione, 2) Codice Meteo (MC) relativo alle condizioni meteorologiche e di turbolenza; 3) Codice del Combustibile (FC) che prende in considerazione le caratteristiche del combustibile e la sua umidità; 4) Codice topografico (TC) che considera la pendenza e esposizione dell'area di studio. L'IFI è attualmente utilizzato in Sardegna dal Corpo Forestale Regionale come strumento per la previsione del pericolo di incendio a partire da previsioni meteorologiche giornaliere. Nell'ambito del progetto PROTERINA C è stata sviluppata e testata una versione migliorata dell'IFI. In questa presentazione verrà illustrata una panoramica delle applicazioni IFI a scala locale e regionale. A scala locale, l'IFI è stato testato per diversi anni in Sardegna e ha mostrato buone prestazioni al fine di prevedere il verificarsi di incendi. A scala regionale, l'IFI ha

mostrato una buona capacità, insieme al sistema di previsione climatica stagionale del CMCC (Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici), di previsione del pericolo stagionale di incendi nell'area euro-mediterranea.

L'Europe, et plus particulièrement sa partie sud, connaît beaucoup de feux de broussailles. En moyenne 60,000 incendies se déclarent chaque année, brûlant plus de 600,000 ha (EEA, 2003; JRC, 2007), et hormis les effets statistiques, il y a plus d'incendies qu'il y a un siècle (Moreno et coll., 1998; Mouillot et coll., 2005; Mouillot et Field, 2005). Dans ces zones, l'inflammation est principalement imputable aux hommes (actions volontaires ou involontaires), mais les incendies semblent être régis par le climat et le temps (Piñol et coll., 1998; Pausas, 2004; Pereira et coll., 2005). Par ailleurs, la végétation joue un rôle fondamental. Sur la base de ce contexte, il est capital d'évaluer le rôle de l'évaluation du risque d'incendie afin de distribuer efficacement les ressources de lutte contre l'incendie et, en général, pour optimiser la planification et la gestion des incendies. Il existe plusieurs définitions hétérogènes du risque d'incendie. Selon la définition de Chuvieco et coll. (2003) et de Bachman et Allgöwer (1998), le risque d'incendie peut se définir comme «la probabilité de survenance d'un incendie et ses conséquences». La prévision du risque d'incendie s'obtient par identification des variables potentiellement contributives et leur intégration dans une expression mathématique, c'est-à-dire un indice. L'IFI (Indice d'incendie intégré) est un indice de risque d'incendie développé au départ pour la Sardaigne (Italie). La structure générale de l'indice comprend quatre codes: 1) le code sécheresse (DC) lié à l'état des eaux des plantes; 2) le code météo (MC) lié à la perturbation et aux conditions météorologiques; 3) le code du carburant (FC) qui prend en compte les caractéristiques et la teneur en eau du combustible; 4) le code topologique (TC) qui considère la pente et l'aspect de la zone étudiée. IFI est utilisé en Sardaigne par le Corps régional des gardes forestiers comme outil de prévision du risque d'incendie à l'aide des prévisions météorologiques quotidiennes. Dans PROTERINA-C, une version améliorée d'IFI a été développée et testée. Notre présentation illustre un aperçu des applications IFI aux échelles locales et régionales. À l'échelle locale, IFI a été testé pendant plusieurs années en Sardaigne (Italie) et a enregistré de bonnes performances dans la prévision de survenances d'incendies et de zones brûlées. À l'échelle régionale, IFI a également présenté de bonnes aptitudes, en association avec le système de prévision météorologique saisonnière du CMCC (Centre euro-méditerranéen pour le changement climatique) dans la prévision du risque d'incendie saisonnier dans la région euro-méditerranéenne.

PR.5 - RISICO: A decision support system (DSS) for dynamic wildfire risk evaluation in Italy

Biondi G.¹, D'Andrea M.¹, Fiorucci P.¹, Gaetani F.¹, Gollini A.², Negro D.², Severino M.²

1. CIMA Research Foundation. International Centre on Environmental Monitoring, via A. Magliotto 2, 17100 Savona, Italy; 2. Presidency of the Council of Ministers, Civil Protection Department, Office of Hydrogeological and anthropic risk, Service Forest and WUI Fires Risk, via Vitorchiano 4, 00189 Roma, Italy

paolo.fiorucci@cimafoundation.org, Massimiliano.Severino@protezionecivile.it

The system RISICO provides Italian Civil Protection Department (DPC) with daily wildland fire risk forecast maps relevant to the whole national territory since 2003. RISICO support the activities relating to Italian national forest fires warning system and National fires fighting air fleet. The RISICO system has a complex software architecture based on a framework able to manage geospatial data as well as time dependent information (e.g. Numerical Weather Prediction, real time meteorological observations, and satellite data). Within the system semi-physical models, able to simulate in space and time the variability of the fuel moisture content, are implemented. This parameter represents the main variable related with the ignition of a fire. Based on this information and introducing information on topography and wind field the model provides the rate of spread and the linear intensity of a potential fire generated by accidental or deliberate ignition.

The model takes into account the vegetation patterns, in terms of fuel load and flammability. It needs territorial and meteorological data. Territorial data used by the system are vegetation cover and topography. Meteorological data are mainly represented by Numerical Weather Prediction (Limited Area model). Meteorological data provided in real time by a meteorological network are also used by the model as well as satellite data (e.g., vegetation index, snow cover). The output information is provided on a web-gis based system according with the OGC-INSPIRE standard. In 2007 the system has been improved introducing some changes both in the model structure and its functionality. Spatial resolution is increased up to 100 m in the implementation at regional level. The fine fuel moisture model has been changed, introducing the FFMC of the CFFDRS with some slightly differences. In addition, a different nominal rate of spread (no-wind on flat terrain) has been introduced for each different class of vegetation.

The operational chain of the RISICO system is considerably changed. In the first release the system run daily making use of observations only to define the initial state of the dead fine fuel moisture content. The new version of the system is able to run each 3-h making use of observations at each time step. In order to validate the RISICO system, the information obtained from the analysis of really occurred fires has been compared with the information generated by RISICO system. The performance indexes selected in order to measure the system effectiveness are relevant to the capability of identifying the correct danger classes with reference to the extension and duration of the fire. In this connection, a comparison between the performance obtained by the new release of the RISICO system and the previous one has been carried out highlighting separately the improvement given by the higher resolution, the model structure and the operational chain.

The objective of the paper is to promote the use of Fire Hazard Forecast as operational tool in fire risk prevention and management and to provide know-how for standardisation of the fire hazard "mapping" or "alert" systems in Europe. This work was funded by the Italian Civil Protection.

Keywords: fire danger rating, fire prevention, civil protection.

Il sistema RISICO fornisce quotidianamente dal 2003 mappe di previsione della pericolosità conseguente all'innescio potenziale di incendi boschivi. RISICO supporta le attività di allerta a scala nazionale e le attività di spegnimento che coinvolgono la flotta aerea dell'apparato antincendio boschivo dello Stato. Il sistema RISICO ha una complessa architettura software basata su una struttura in grado di gestire dati geospaziali e informazioni tempo-varianti (ad esempio, previsioni ed osservazioni meteorologiche in tempo reale e dati satellitari). All'interno del sistema sono definiti modelli semi-fisici, in grado di simulare nello spazio e nel tempo la variabilità del contenuto di umidità del combustibile vegetale. Questo parametro rappresenta la variabile maggiormente correlata all'accensione di un fuoco. Sulla base di queste informazioni, e grazie all'introduzione di informazioni orografiche e del campo di vento al suolo, il modello fornisce la velocità di propagazione e l'intensità lineare di un potenziale incendio generato accidentalmente o intenzionalmente in un qualunque punto del territorio nazionale.

Il modello si basa sulla parametrizzazione del carico di combustibile e del potere calorico delle diverse tipologie di copertura vegetali presenti al suolo. Il sistema fa quindi principalmente uso di dati territoriali e dati meteorologici. I

dati territoriali utilizzati dal sistema sono la copertura vegetale e l'orografia. I dati meteorologici sono principalmente rappresentati da modelli meteorologici ad area limitata. Anche i dati meteorologici forniti in tempo reale dalla rete di osservazione meteorologica sono utilizzati dal modello, nonché, quando disponibili, i dati satellitari (ad esempio, NDVI, manto nevoso). Le informazioni in uscita sono fornite attraverso un sistema web-gis in accordo con lo standard OGC-INSPIRE. Nel 2007 il sistema è stato migliorato introducendo alcune modifiche sia nella struttura del modello sia nelle sue funzionalità. La risoluzione spaziale è aumentata fino a 100 m per applicazioni a scala regionale. Il modello di umidità del combustibile è stato modificato, introducendo alcune relazioni che definiscono il FPMC del CFFDRS opportunamente calibrate e adattate alla realtà nazionale. Inoltre, una diversa velocità nominale (propagazione in assenza di vento e su suolo piatto) è stata definita per ciascuna classe di vegetazione. La catena operativa del sistema RISICO è anch'essa notevolmente cambiata. Nella prima versione il sistema veniva eseguito una volta al giorno facendo uso di dati osservati per poter definire lo stato iniziale del combustibile morto fine, relativamente al contenuto in acqua.

La nuova versione di RISICO è in grado di eseguire run ogni 3-h facendo uso continuo delle osservazioni che si rendono disponibili. Al fine di validare il sistema RISICO, le informazioni ottenute dall'analisi degli incendi occorsi sono confrontate con le informazioni generate dal sistema RISICO. Gli indici di prestazione selezionati al fine di misurare l'efficacia del sistema sono relativi alla capacità di individuare le classi di pericolo corrette in riferimento all'estensione e alla durata dell'incendio. A questo proposito, un confronto tra le prestazioni ottenute dalla nuova versione del sistema RISICO e dalla precedente è stato effettuato evidenziando separatamente il miglioramento dato dalla risoluzione più elevata, dalla struttura del modello e dalla catena operativa.

L'obiettivo del lavoro è quello di promuovere l'uso di sistemi di previsione come strumento operativo nella prevenzione degli incendi e nella gestione dei rischi e di fornire il know-how per la standardizzazione della "mappatura" del rischio d'incendio a livello Europeo. Questo lavoro è stato finanziato dal Dipartimento di Protezione Civile Nazionale.

Le système RISICO produit au Département de la protection civile italienne (DPC) des cartes quotidiennes de prévision des risques de feux de broussailles qui sont pertinentes pour tout le territoire national depuis 2000. RISICO supporte les activités liées au système national italien d'alarme incendie de forêt et à la flotte aérienne nationale de lutte contre les incendies. Le système RISICO a une architecture logicielle complexe basée sur un cadre en mesure de gérer les données géospatiales, ainsi que les informations dépendant du temps (par ex.: prévision climatique numérique, observations météorologiques en temps réel et données satellite). Dans ce système, des modèles semi-physiques, en mesure de simuler, dans l'espace et le temps, la variabilité de la teneur en eau du combustible, sont également mis en œuvre. Ce paramètre constitue la principale variable liée à l'inflammation d'un incendie. Sur la base de cette information et l'introduction d'informations sur la topographie et le champ du vent, le modèle donne le taux d'expansion et l'intensité linéaire d'un incendie potentiel produit par une inflammation délibérée ou accidentelle. Le modèle prend en considération les profils de végétation, en termes de charge de combustible et d'inflammabilité. Il nécessite des données territoriales et météorologiques. Les données territoriales utilisées par le système sont la couverture végétale et la topographie. Les données météorologiques sont représentées principalement par la prévision météorologique numérique (Modèle de zone restreinte). Les données météorologiques fournies en temps réel par un réseau météorologique sont également utilisées par le modèle, de même que les données satellite (par ex.: indice de végétation, couverture de neige). Les informations résultantes sont fournies dans un système basé sur web-gis conformément à la norme OGC-INSPIRE. En 2007, le système a été amélioré par l'introduction de certains changements dans la structure du modèle et sa fonctionnalité. La résolution spatiale a augmenté jusqu'à 100 m dans la mise en œuvre au niveau régional. Le modèle d'humidité du combustible a été changé avec l'introduction du FPMC du CFFDRS avec quelques légères différences. Par ailleurs, un taux nominal d'expansion différent (aucun vent sur terrain plat) a été introduit pour chaque classe différente de végétation.

La chaîne opérationnelle du système RISICO a considérablement changé. Dans sa première version, le système fonctionnait tous les jours en utilisant les observations uniquement pour définir le statut initial de la teneur en eau du combustible mort. La nouvelle version du système peut fonctionner toutes les 3h en utilisant les observations à chaque étape temporelle. Pour valider le système RISICO, les informations obtenues de l'analyse d'incendies réels ont été comparées à celles générées par le système RISICO. Les indices de performance sélectionnés pour mesurer l'efficacité du système sont pertinents pour la capacité d'identification des bonnes classes de risque par rapport à l'extension et la durée de l'incendio. Ainsi, la performance obtenue par la nouvelle version du système RISICO a été comparée à la précédente: elle met en évidence séparément l'amélioration fournie par une résolution plus haute, la structure du modèle et la chaîne opérationnelle.

L'objectif de cet article est de promouvoir l'utilisation de la prévision du risque d'incendio comme outil opérationnel dans la prévention et la gestion du risque d'incendio et de fournir un savoir-faire en vue de la standardisation des systèmes de «cartographie» ou d'«alerte» du risque d'incendio en Europe. Ce travail a été financé par la Protection Civile Italienne

PR.6 - European projects on forest fires

San-Miguel-Ayanz J.

European Commission Joint Research Centre, Via Fermi 1, Ispra, Italy

jesus.san-miguel@jrc.ec.europa.eu

Forest fire research in Europe has now been conducted for more than 3 decades with a large contribution coming from the Research and Development Projects co-financed by the European Commission (EC). The main instrument for this financing has been the so-called research Framework Program (FP), which often lasted 4 years, until the last one, the on-going FP7 with a 7 year duration. The main objective of the research FP is the enhancement of cooperation among the national research institutions with the goal of reaching objectives that could eventually have a European dimension. Additionally, other EC co-funded activities are those of the Inter-Reg projects, aimed at enhancing collaboration among regional Administrations, and the COST Actions, in which research networks are financed. The most recent projects financed by the EC RTD programs are the FIREPARADOX project in FP6, and the FUME and the FIRESMART projects in FP7. On-going Inter-Reg projects include the ALPFIRS, the Pyrosudoe, and MED Protect projects. On the COST Action side, the FP7001 focuses on Post-fire regeneration measures in the Mediterranean countries. Most of the early FP projects focused on fire research topics dealing with forest fire behavior, forest fire danger, fire risk, and forest fire impact, as well as the inclusion of new technologies such as GIS, remote sensing and decision support tools in fire management. The FIREPARADOX project broke this line of research and presented an innovative approach looking at the integration of fire in forest fire management, i.e. the paradox of using fire to reduce the impact of uncontrolled forest fires. The main objective underlined in FIREPARADOX was the use of fire as a tool, either through prescribed fires or backfires, to control forest fires; the project had a large component of training and technology transfer from research results to the fire community; a great deal of interaction took place between the researchers in the team and the fire fighter crews that deal with fire control in the countries. Once FIREPARADOX finished in Feb. 2010, fire research in the context of FP continued through the FUME and FIRESMART projects. FUME is an integrated project focused on the analysis of forest fire regimes and the potential impact of land cover and climate changes according to the foreseen IPCC scenarios. The project is built in two main phases, the reconstruction of past trends of land cover and fire regimes in the last decades, and the modeling of potential changes in the future. With a different perspective, FIRESMART looks into forest management options that may reduce the number and impact of unwanted forest fires. It is well known that humans cause most fires in Europe; thus, the main objective of the project is to draw recommendations at European, regional, and national levels to improve forest fire prevention. One major difficulty is in the implementation of research findings in the RTD projects and the documentation of the knowledge in a stable repository. Following the Think-Tank workshop organized by DG RTD in Nov. 2009, the European Forest Fire Information System at the JRC is seen as the natural repository of research findings in FP projects.

Keywords: *fire research, cooperation*

La ricerca sugli incendi boschivi è andata avanti per più di 3 decenni in Europa, con un grande contributo proveniente dai Progetti di Ricerca e Sviluppo cofinanziati dalla Commissione Europea (EC). Lo strumento principale per questo finanziamento è stato il cosiddetto Programma Quadro (FP) di ricerca, che spesso durava 4 anni, fino allo scorso anno, il programma FP7 in corso prevede una durata di 7 anni. L'obiettivo principale del programma quadro di ricerca è il rafforzamento della cooperazione fra gli istituti nazionali di ricerca allo scopo di raggiungere traguardi che possano avere ricadute a livello europeo. Inoltre, altre attività co-finanziate dalla Commissione Europea sono quelle dei progetti Inter-Reg, che mirano a rafforzare la collaborazione fra le amministrazioni regionali, e le Azioni COST, in cui vengono finanziate delle reti per la ricerca. I progetti più recenti finanziati dai Programmi RTD della C.E. sono il progetto FIREPARADOX nell'ambito dell'FP6, e i progetti FUME e FIRESMART nell'ambito dell'FP7. I progetti Inter-Reg attualmente in corso comprendono l'ALPFIRS, il Pyrosudoe e MED Protect. Per quanto riguarda l'Azione COST, l'FP7001 è incentrato sui provvedimenti per la rigenerazione post-incendio nei paesi del Mediterraneo. Gran parte dei primi progetti FP riguardava argomenti di ricerca sugli incendi e il loro comportamento, il pericolo di incendio, il rischio e l'impatto, oltre all'introduzione di nuove tecnologie come il GIS, il telerilevamento e gli strumenti di sostegno alle decisioni nella gestione degli incendi.

Il progetto FIREPARADOX ha superato questa linea di ricerca presentando un approccio innovativo che considera l'integrazione degli incendi nella gestione degli incendi boschivi, ovvero, il paradosso di utilizzare il fuoco per ridurre l'impatto degli incendi boschivi fuori controllo. L'obiettivo principale sottolineato in FIREPARADOX è stato l'uso del fuoco come strumento, sia mediante fuochi prescritti sia controfuochi, per il controllo degli incendi boschivi; il progetto prevede una grande componente di formazione e nel trasferimento di tecnologie dai risultati della ricerca alla comunità dell'antincendio; c'è stata molta interazione fra i ricercatori del gruppo e le squadre degli operatori che lottano contro gli incendi nei paesi. Quando FIREPARADOX è giunto a termine nel mese di Febbraio 2010, la ricerca sugli incendi nell'ambito dell'FP è proseguita attraverso i progetti FUME e FIRESMART. FUME è un progetto integrato incentrato sull'analisi dei regimi degli incendi boschivi e il potenziale impatto della copertura del suolo e dei cambiamenti climatici secondo gli scenari previsti dell'IPCC. Il progetto è strutturato in due fasi principali, la ricostruzione dei trend del passato relativamente alla copertura del suolo e ai regimi degli incendi negli ultimi decenni, e la realizzazione di modelli dei cambiamenti potenziali in futuro. Con una prospettiva diversa, FIRESMART prende in considerazione le opzioni di gestione delle foreste che possono ridurre il numero e l'impatto di incendi boschivi non desiderati. È ben noto che sono gli uomini a causare la maggioranza d'incendi in Europa; quindi, l'obiettivo principale del progetto è di redigere delle raccomandazioni a livello europeo, nazionale e regionale per migliorare la prevenzione degli incendi boschivi. Una difficoltà rilevante è l'implementazione dei risultati della ricerca nei progetti RTD e la raccolta di documentazione delle conoscenze apprese in un sistema stabile. In seguito al laboratorio Think-Tank organizzato dalla DG RTD a Novembre 2009, il Sistema Informativo Europeo sugli Incendi Boschivi presso il JRC è considerato come naturale depositario dei risultati della ricerca nell'ambito dei progetti FP.

La recherche sur l'incendie de forêt en Europe est menée depuis déjà plus de 3 décennies avec une contribution importante des projets de recherche et de développement cofinancés par la Commission européenne (CE). Le principal instrument de financement a été le Programme-cadre de recherche (FP), qui a souvent duré 4 ans, jusqu'à l'an dernier, le FP7 en cours avec une durée de 7 ans. L'objectif principal de la recherche FP est le renforcement de la coopération entre les institutions nationales de recherches en vue d'atteindre des objectifs pouvant éventuellement avoir une dimension européenne. Par ailleurs, la CE cofinance d'autres activités: celles des projets Inter-Reg, visant au renforcement de la collaboration entre les administrations régionales, et le COST Actions, qui finance les réseaux de recherche. Les projets les plus récents financés par les programmes EC RTD sont le projet FIREPARADOX dans le cadre de FP6, ainsi que les projets FUME et FIRESMART dans le cadre de FP7. Les projets en cours Inter-Reg comprennent les projets ALPFIRS, Pyrosudoe et MED Protect. Côté COST Action, le FP700I se concentre sur les mesures de régénération après l'incendie dans les pays de la Méditerranée. La plupart des projets FP de la première heure portent sur les sujets de recherche sur l'incendie en rapport avec le comportement de l'incendie de forêt, le risque d'incendie, les dangers liés aux incendies et l'impact de l'incendie de forêt, ainsi que l'introduction de nouvelles technologies comme le GIS, la télédétection et les outils de support de décision dans la gestion de l'incendie. Le projet FIREPARADOX a rompu avec cette ligne de recherche et a présenté une approche innovante portant sur l'intégration de la gestion de l'incendie de forêt, c'est-à-dire le paradoxe d'utiliser le feu pour réduire l'impact des incendies de forêt non contrôlés. L'objectif principal de FIREPARADOX est l'utilisation de l'incendie comme un outil, soit à travers les feux prescrits ou des contre-feux pour le contrôle des incendies; le projet a une grande composante de formation et de transfert de la technologie des résultats de la recherche à la communauté de lutte contre l'incendie; une grande interaction s'est mise en place entre les chercheurs au sein de l'équipe et entre les pompiers chargés du contrôle des incendies dans les pays. Une fois FIREPARADOX terminé, au mois de février 2010, la recherche sur l'incendie dans le contexte du FP a continué avec les projets FUME et FIRESMART. FUME est un projet intégré qui porte sur l'analyse des régimes d'incendie de forêt et sur l'impact potentiel de la couverture terrestre et des changements climatiques selon les scénarios IPCC prévus. Le projet est construit en deux phases principales: la reconstruction des tendances passées de la couverture terrestre et les régimes d'incendie dans les dernières décennies, et la modélisation de potentiels changements dans le futur. Sous une perspective différente, FIRESMART s'intéresse aux options de gestion de la forêt qui peut réduire le nombre et l'impact des incendies non désirés. Il est de notoriété publique que les êtres humains sont la cause de la plupart des incendies en Europe. Par conséquent, l'objectif principal est d'ébaucher des recommandations aux niveaux européen, régional et national pour améliorer la prévention des incendies. La mise en œuvre des résultats des recherches dans les projets RTD et la documentation des connaissances dans un répertoire stable représentent une difficulté majeure. Selon l'atelier de réflexion organisé par la DG RDT au mois de novembre 2009, le système d'information européen sur les incendies de forêt auprès du JRC est considéré comme le dépositaire naturel des résultats des recherches dans les projets FP.

PR.7 - The Fire Paradox Project: an Overview

Castro Rego F.

Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, Portugal

frego@isa.utl.pt

Fire Paradox is the name of an Integrated Project originally developed at the European scale but with partners from around the World, from the neighbouring countries Morocco and Tunisia to Mongolia and Russia or to our Southern Hemisphere colleagues of South Africa or Argentina. Fire Paradox is also a philosophy: "Fire is a Bad Master but a good Servant" The integration of the wise use of fire in forest management and in operational firefighting can be achieved with Science, Education and Experience. Many developments occurred during the project in practical use of fire providing an excellent opportunity to learn by doing. At National level many efforts and achievements were made in several countries. Many of these European experiences were collected, analysed, and published in the book of "Best Practices of Fire Use - Prescribed Burning and Suppression Fire Programmes in Selected Case-Study Regions in Europe". Significant developments on cooperation for the use of fire were encouraged by the project. Examples on the pioneer use of prescribed fire in Italy or in the adequate use of suppression fire in Portugal illustrate the practical importance and impact of the project. Scientific production of the project was abundant and a significant part was included in the book "Towards Integrated Fire Management - Outcomes of the European Project Fire Paradox". The scientific production continued after the official end of the project with special issues in two scientific journals and efforts to develop the work made are continuing in several areas. The modelling of fire behaviour is a good example and a new product "Tiger" will be presented. Finally, to contribute to the policy debate at the European scale an EFI Policy Brief "Towards Integrated Fire Management" was produced and discussions on a possible European Directive on Forest Fires started. The opportunity presented by this important meeting allows for continuing the sharing of the progress made during the project in this field where much is already done and still much is yet to achieve.

PR.9 - The ALP FFIRS project: towards a common Alpine forest fire management perspective

Pelosini R., Cane D.

Arpa Piemonte, Via Pio VII 9, Torino, Italy

renata.pelosini@arpa.piemonte.it, daniele.cane@arpa.piemonte.it

The ALP FFIRS (Alpine Forest Fire Warning System) project aims to improve forest fire prevention under a changing climate in the Alpine Space, by creating a shared warning system based on weather conditions. The fire regime at any given location is the result of complex interactions between fuels, social issues, topography, ignitions and weather conditions. The analysis of fires frequency and distribution will allow to model forest fire danger in the alpine region. The definition of a univocal Alpine Forest Fire Danger Scale will support the interpretation of danger thresholds as enhancement of emergency plans and operational procedures. Due to the climate change, forest fires as potential disturbance have become an issue in the Alpine region over the last decade. An Alpine network on forest fire impact mitigation was assembled reflecting common policies in risk prevention management, by fostering mutual aid in prevention, preparedness and suppression procedures. As concern technical activities, tools have been developed to allow all the partners to evaluate forest fire danger indices and a massive data exchange has been realized. The forest fire prevention and suppression procedures used in alpine regions have been collected and a comparison is ongoing to foster mutual aid protocols. At the same time operational people in fire prevention and suppression have been involved actively through a user committee establishment, to assure the stakeholder requirements be considered. The wildfire potential in the climate scenario is being evaluated at the alpine scale with appropriate dynamical and statistical downscaling of the climate scenarios, and comparison with historical forest fires. The project partnership is composed by 14 members of all the Alpine countries, mixing together operational fire suppression services, weather experts, forestry services, universities, local authorities. Together with their 12 observers and 4 local partners, the project partners cover all the main institutions involved in the forest fire managements in the Alps, thus permitting a real enhancement of the procedures towards a common Alpine framework. The ALP FFIRS project is part of the European Territorial Cooperation and co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF) in the scope of the Alpine Space Programme (www.alpine-space.eu).

Keywords: *Alps, INTERREG projects*

Il progetto ALP FFIRS (Sistema di allarme incendi boschivi alpini) mira a migliorare la prevenzione degli incendi forestali in una fase di cambiamenti climatici nello spazio alpino, creando un sistema di allarme condiviso basato sulle condizioni meteorologiche. Il regime degli incendi in qualsiasi luogo è il risultato di complesse interazioni tra combustibili, questioni sociali, topografia, ignizioni e condizioni meteorologiche. L'analisi della frequenza e distribuzione degli incendi permette di descrivere con un modello il pericolo di incendi boschivi nella regione alpina. La definizione di una scala univoca di pericolo di incendi boschivi nelle Alpi favorirà l'interpretazione di soglie di pericolo sotto forma di valorizzazione di piani di emergenza e procedure operative. A causa del cambiamento climatico, il pericolo potenziale di incendi boschivi è diventato un problema nella regione alpina durante gli ultimi dieci anni. È stata creata una rete alpina di mitigazione dell'impatto degli incendi boschivi, basata sulle politiche comuni per la gestione della prevenzione dei rischi, favorendo l'aiuto reciproco nelle procedure di prevenzione, preparazione e soppressione. Per quanto riguarda le attività tecniche, sono stati sviluppati strumenti che permettessero a tutti i partner di valutare gli indici di pericolo di incendi forestali e ha avuto luogo un considerevole scambio di dati. Sono stati raccolti dati sulle procedure di soppressione e prevenzione degli incendi boschivi utilizzate nelle regioni alpine ed è in corso un confronto per promuovere i protocolli di mutuo soccorso. Allo stesso tempo, sono state coinvolte attivamente le persone impegnate nella prevenzione e soppressione degli incendi attraverso la creazione di un comitato degli utenti, per garantire che venissero prese in considerazione le esigenze delle parti interessate. Il potenziale di incendi boschivi nello scenario climatico viene valutato su scala alpina con appositi ridimensionamenti dinamici e statistici degli scenari climatici e col confronto con gli incendi forestali storici. Il partenariato del progetto è composto da 14 membri di tutti i Paesi alpini, e unisce servizi operativi antincendio, esperti meteo, servizi forestali, università ed enti locali. Insieme con i loro 12 osservatori e i 4 partner locali, i partner del progetto coprono tutte le principali istituzioni coinvolte nella gestione degli incendi forestali alpini, permettendo così un reale miglioramento delle procedure per l'istituzione di un quadro alpino comune. Il progetto ALP FFIRS fa parte della Cooperazione territoriale europea ed è cofinanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale (FESR) nell'ambito del Programma Spazio Alpino (www.alpine-space.eu).



Le projet ALP FFIRS (Alpine Forest Fire Warning System) vise à améliorer la prévention des feux de forêt sous un climat changeant dans l'espace alpin, par le biais de la création d'un système d'alarme partagé basé sur les conditions climatiques. Le régime d'incendie à un endroit donné est le résultat d'interactions complexes entre les combustibles, les questions sociales, la topographie et les conditions climatiques. L'analyse de la fréquence et de la distribution des incendies permettra de créer un modèle de risque de feu de forêt dans la région alpine. La définition d'une échelle de danger feu de forêt alpin supportera l'interprétation des seuils de risque pour améliorer les plans d'urgence et les procédures opérationnelles. Du fait du changement climatique, les feux de forêt, en tant que perturbation potentielle, sont devenus un problème dans la région alpine durant la dernière décennie. Un réseau alpin visant la mitigation de l'impact des feux de forêt a été mis en place et reflète les politiques communes de gestion de la prévention du risque par le biais de l'amélioration de l'assistance mutuelle au cours de la prévention, la préparation et les procédures de lutte contre le feu. En ce qui concerne les activités techniques, des outils ont été développés pour permettre à tous les partenaires d'évaluer les indices de danger feu et un échange massif de données a été mis en place. Les procédures de prévention et de lutte contre le feu, utilisées dans les régions alpines, ont été rassemblées et une comparaison est en cours pour améliorer les protocoles d'assistance mutuelle. Parallèlement, des personnes travaillant dans la prévention et la lutte contre le feu ont été activement impliquées à travers la mise sur pied d'un comité d'utilisateurs, afin d'assurer une prise en compte des besoins des participants. Le potentiel de l'incendie, dans ce scénario climatique, a été évalué à l'échelle alpine avec un échelonnage statistique et dynamique approprié des scénarios climatiques et une comparaison avec les feux de forêt historiques. Le partenariat se compose de 14 membres des pays alpins, rassemblant les services opérationnels de lutte contre le feu, les experts en climat, les services des forêts, les universités, les autorités locales. Avec 12 observateurs et 4 partenaires locaux, les partenaires du projet couvrent toutes les institutions impliquées dans les gestions de feux de forêt dans les Alpes, favorisant ainsi une amélioration des procédures dans un cadre alpin commun. Le projet ALP FFIRS fait partie de la coopération territoriale européenne et il est cofondé par le Fonds de développement régional européen (ERDF) dans le cadre du Programme de l'espace alpin (www.alpine-space.eu).

PR.10 - SIGRI: a national project for forest fire management

Laneve G.¹, Jahjah M.¹, Ferrucci F.², Hirn B.³, Batazza F.⁴

1. CRPSM – Sapienza, Università di Roma, Via Salaria, 851- 00138 Roma, Italy; 2. Dipartimento di Scienza della Terra, Università della Calabria, Rende, Italy; 3. IES Consulting-Intelligence for Environment and Security, Roma, Italy; 4. Agenzia Spaziale Italiana, Viale Liegi 26 – 00198 Roma, Italy

laneve@psm.uniroma1.it, jahjah@psm.uniroma1.it, f.ferrucci@yahoo.it, b.hirn@iesconsulting.net, fabrizio.batazza@asi.it

The SIGRI (Integrated System for Fire Risk Management) pilot project funded by the ASI (Italian Space Agency) foresees the development of products like fire risk index, real-time hot spots maps, burned areas estimate. This project, in the mainframe of the program “Civil Protection from forest fires”, should take into account the institutional requirements, as: the normative aspects in forest fires matter, the distribution of responsibilities and competence of the authorities involved in the following activities: planning and management of the land, dangerousness forecast and risk assessment, prompt fire detection, monitoring and management of the fire event, damage assessment. The principal user (reference user) of such a system would be the Italian Dept. of the Civil Protection (DPC). Nevertheless, the system would be able to generate information useful for supporting different user types having the role of responding, operationally, to the forest fire management according with the guideline and operational addresses indicated by DPC. In particular, the objective of SIGRI is the development of products which can be useful to the fire fighting activities along all the phases which can be distinguished in the fire contrasting activity: forecast, monitoring/detection, counteract/propagation prediction, damage assessment/recover. One of the constraints of the project is that the products provided by the system should be mostly based on satellite imagery. Three test areas, namely Calabria, Liguria and Sardinia, have been selected. The present paper is devoted to present the objectives of such project and the activities carried out in order to achieve them. In particular, the fire risk index developed within the project will be discussed. The starting point for the development of the fire risk index is represented by the well known FPI (Fire Probability Index). To make such index more suitable to describe the very different environmental conditions which are typical of the European reality and the Italian one in particular the effect of the solar illumination has been introduced by computing of the evapotranspiration (ET) and the equivalent water thickness (EWT). Moreover, an effort has been made to improve the knowledge of the vegetation types covering the area of interest with the objective of determining the correspondence between these and the fire fuel types. The possibility of using hyperspectral images to classify the land cover by using a series of vegetation indices capable to estimate different vegetation characteristics (greenness, senescence, canopy water content, etc.) has been analyzed. This idea aims at exploiting the images which will be made available in the next future as consequence of the launch (possibly in 2013) of the satellite sensor PRISMA, funded by ASI. The utilization of these indices in the classification approach should present the double advantage of providing values not affected by illumination conditions as well as values directly linked to the characteristics of the vegetation as fire fuel. Other products of the project, like the real-time fire detection system based on geostationary sensor SEVIRI, the high resolution satellite images automated procedure for burned scar mapping, the fire simulation behaviour will also be illustrated.

Keywords: *satellite, remote sensing, fire detection, risk index, burned areas*

Il progetto pilota SIGRI (Sistema Integrato per la Gestione del Rischio Incendi) finanziato dall’ASI (Agenzia Spaziale Italiana) prevede lo sviluppo di prodotti come l’indice del rischio incendi, le mappe dei punti pericolosi in tempo reale e la stima delle aree incendiate. Questo progetto, nell’ambito del programma “Difesa Civile contro gli incendi boschivi” dovrebbe prendere in considerazione i requisiti istituzionali, quali: gli aspetti normativi in materia d’incendi forestali, la distribuzione delle responsabilità e competenze delle autorità coinvolte nelle seguenti attività: pianificazione e gestione del territorio, previsione della pericolosità e valutazione dei rischi, individuazione sollecita dell’incendio, monitoraggio e gestione dell’evento incendiario, valutazione dei danni. L’utente principale (utente di riferimento) di tale sistema sarebbe il Dipartimento Italiano della Protezione Civile (DPC). Ciononostante, il sistema sarebbe in grado di generare informazioni utili a sostenere diversi tipi di utenti che hanno il ruolo di rispondere operativamente alla gestione degli incendi boschivi, secondo le linee guida e gli indirizzi operativi indicati dal DPC. In particolare, l’obiettivo del SIGRI è lo sviluppo di prodotti che possono rivelarsi utili alle attività antincendio insieme a tutte le fasi che si distinguono nell’attività di contrasto all’incendio: previsione, monitoraggio/individuazione, contrasto/previsione della propagazione, valutazione del danno/risanamento. Uno dei vincoli del progetto è che i prodotti forniti dal sistema dovrebbero essere principalmente basati sulle immagini satellitari. Sono state selezionate tre aree di sperimentazione, ovvero Calabria, Liguria e Sardegna. La presente relazione è dedicata a presentare gli

obiettivi di questo progetto e le attività portate avanti per il loro conseguimento. In particolare, si discuterà sull'indice di rischio incendi sviluppato all'interno del progetto. Il punto di partenza per lo sviluppo di tale indice è costituito dal celebre FPI (Indice di Probabilità Incendi). Per rendere questo indice più adeguato nel descrivere le condizioni ambientali molto diverse che sono tipiche della realtà europea e di quella italiana in particolare, è stato introdotto l'effetto dell'illuminazione solare calcolando l'evapotraspirazione (ET) e lo spessore equivalente dell'acqua (EWT). Inoltre, ci siamo impegnati a migliorare la conoscenza dei tipi di vegetazione che coprono l'area d'interesse con l'obiettivo di determinare la corrispondenza fra questi e i tipi di combustibile. È stata analizzata la possibilità di utilizzare le immagini iperspettrali per classificare la copertura terrestre utilizzando una serie di indici di vegetazione in grado di stimare le sue diverse caratteristiche (il verde, la senescenza, il contenuto d'acqua della chioma, ecc.). Questa idea mira a sfruttare le immagini che saranno rese disponibili nel prossimo futuro in conseguenza al lancio (forse nel 2013) del sensore satellitare PRISMA, finanziato dall'ASI. L'utilizzo di questi indici nell'approccio alla classificazione dovrebbe presentare il doppio vantaggio di fornire i valori non influenzati dalle condizioni d'illuminazione insieme ai valori direttamente collegati alle caratteristiche della vegetazione, come il combustibile dell'incendio. Si illustreranno anche altri prodotti del progetto, come il sistema di individuazione degli incendi in tempo reale basato sul sensore geostazionario SEVIRI, la procedura automatizzata con immagini satellitari ad alta risoluzione per la mappatura delle tracce di incendio, e il comportamento di simulazione dell'incendio.

Le projet pilote SIGRI (Système intégré pour la gestion du risque d'incendie), financé par l'ASI (Agence spatiale italienne), a prévu le développement de produits tels que l'indice de risque d'incendie, les cartes de points chauds en temps réel, les estimations des zones brûlées. Ce projet, qui évolue dans le cadre du programme de « Protection civile des incendies forestiers », doit prendre en considération les conditions institutionnelles notamment: les aspects normatifs en matière d'incendies de forêt, la distribution des responsabilités et la compétence des autorités impliquées dans les activités suivantes: planification et gestion du sol, prévision du danger et évaluation de risque, détection rapide des incendies, surveillance et gestion de l'incendie, évaluation des dégâts. L'utilisateur principal (utilisateur de référence) de ce système est le Département italien de la protection civile (DPC). Néanmoins, le système pourra générer des informations utiles pour assister différents types d'utilisateurs ayant la responsabilité de réagir de façon opérationnelle à la gestion des incendies selon les directives et instructions du DPC. En particulier, l'objectif de SIGRI est de développer des produits pouvant être utiles aux activités de lutte contre les incendies au cours de toutes les phases pouvant être distinguées dans l'activité contrastive de l'incendie: prévision, surveillance/détection, réaction/prévision de propagation, évaluation des dégâts/récupération. L'une des contraintes du projet est que les produits fournis par le système doivent être basés principalement sur l'imagerie satellite. Trois zones de test, notamment la Calabre, la Ligurie et la Sardaigne, ont été sélectionnées. Cet article vise à présenter les objectifs de ce projet et les activités menées pour les atteindre. En particulier, l'indice de risque d'incendie développé dans le projet sera examiné. Le point de départ pour le développement de l'indice de risque d'incendie est représenté par le FPI de renom (Indice de probabilité d'incendie). Pour rendre cet indice plus approprié à la description des conditions environnementales très différentes, typiques de la réalité européenne et italienne en particulier, nous avons introduit l'effet de l'éclairage solaire en calculant l'évapotranspiration (ET) et l'épaisseur d'eau équivalente (EWT). Par ailleurs, un effort a été fait pour améliorer la connaissance des types de végétation couvrant la zone d'intérêt avec pour objectif de déterminer la relation entre ceux-ci et les types de combustible. La possibilité d'utilisation d'images hyperspectrales pour classifier la couverture terrestre en utilisant une série d'indices de végétation en mesure d'estimer les différentes caractéristiques de la végétation (verdure, sénescence, teneur en eau de la canopée, etc.) a été analysée. L'objectif est d'exploiter les images disponibles dans un futur proche comme conséquence du lancement (probablement en 2013) du détecteur satellisé PRISME, financé par l'ASI. L'utilisation de ces indices dans l'approche de classification doit présenter le double avantage de fournir les valeurs non influencées par les conditions d'éclairage ou des valeurs liées directement aux caractéristiques de la végétation comme le combustible. D'autres produits du projet, tels que le système de détection d'incendie en temps réel basé sur le détecteur géostationnaire SEVIRI, la procédure automatisée d'images satellite à haute résolution pour la cartographie des aires brûlées, le comportement de la simulation d'un incendie, seront également présentés.

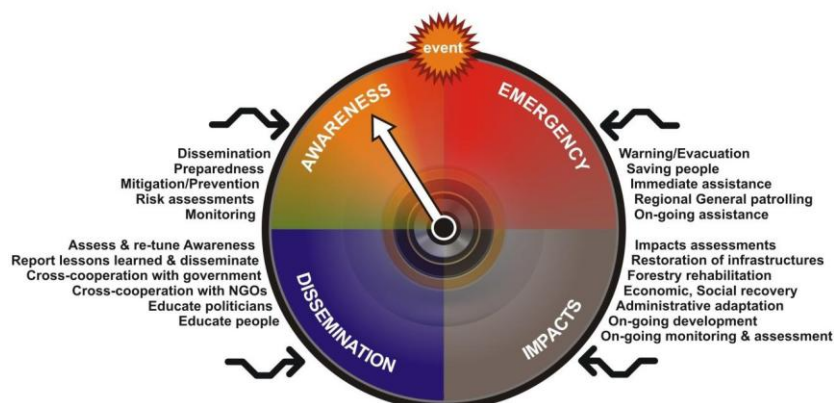
PR.II - ArcFIRE™ on the BRISEIDE Platform

Bonazountas M.¹, Kallidromitou D.², Kanellopoulos S.², Karampourniotis I.², Astyakopoulos A.²

1. National Technical University of Athens, School of Civil Engineering, Department of Water Resources & Environment, Iroon Polytechniou 5, GR-15780 Zografou, Greece.; 2. Epsilon International SA, Monemvasias 27, GR-15125 Marousi, Greece

bonazoun@central.ntua.gr, bonazountas@epsilon.gr, kallidromitou@epsilon.gr, rtd-projects@epsilon.gr, aerospace@epsilon.gr, rtd-geo@epsilon.gr

BRISEIDE is a project partially funded under the ICT Policy Support Programme (ICT PSP) as part of the Competitiveness and Innovation Framework Programme by the European Community" (ideally with a link to the ICT PSP website: http://ec.europa.eu/ict_psp) and delivers: 1.Time-aware extension of data models developed in the context of previous/ongoing EU INSPIRE related projects (e.g. in the context of GMES, eContentPlus), 2.Application (e.g. Civil Protection) based on the integration of existing, user operational information and 3.Value added services for spatio-temporal data management, authoring, processing, analysis and interactive visualisation. Technology. BRISEIDE develops spatial analysis WPSs and integrates them within existing open source frameworks (e.g., WPS extension of Sextante by 52°North). Spatio-temporal processing services are exposed via the web and are made available through compatible WebGIS applications. Newly developed or prototypical OWSs already made available by relevant INSPIRE-related EU projects and exposing standard services such as WMS, WCS and WFS, will be used to provide access to relevant geodatabases, enriched, when needed, with information, extracted from heterogeneous, distributed user operational databases. BRISEIDE services are accessible through a multi-platform 3D client, developed by FG, invoked from a web page as a Java WebStart application. The 3D client allows interactive orchestration of spatio-temporal WPSs providing support to chaining of required processing units. This ensures interactive access to datasets and asynchronous processing at the server side. ArcFIRE™ Pilot. This Pilot is set in Greece and it involves NAGREF - National Agricultural Research Foundations and the Regional Government of Macedonia with support of partner Epsilon International S.A., which is the host / responsible partner for this Pilot. The ArcFIRE™ in place aims at supporting Decision Making among Civil Protection Operators, Public Administrations and Forest Fires experts during the four life cycle phases of forest fires management. Specifically, the goal of the ArcFIRE™ scenario is manifold: a) Prior to a fire: it needs to provide the required tools to help operators analyse regional and local situations by providing, on a daily basis, accurate forecast within the area of interest. Furthermore the ArcFIRE™ needs to support operators to identify areas of high risk for fire ignition taking into account the dynamic daily information of the meteorological condition. b) During the fire: the ArcFIRE™ needs to provide access to dynamic tools for modelling as well as information tools that can help assist the planners, decision makers and fire fighters in their mission. c) After the fire: the ArcFIRE™ needs to provide quantitative impact assessment through other specific tools (e.g. to assess flood risk). d) Ex-post analysis: the ArcFIRE™ needs to provide access to statistic information of the area of interest related to the fire history of the area, together with causes of fire and the meteorological condition prior the fire.



An overview of the whole risk management process

Keywords: *BRISEIDE, ArcFIRETM, Forest Fire Management, Spatio-temporal processing services, multi-platform 3D client, decision making system*

BRISEIDE è un progetto parzialmente finanziato nell'ambito del Programma di Sostegno alle Politiche ICT (ICT PSP), in quanto parte del Programma Quadro per la Competitività e Innovazione della Comunità Europea (idealmente con un link al sito web dell'ICT PSP: http://ec.europa.eu/ict_psp), e offre: a) Estensione in base al tempo dei modelli di dati sviluppati nel contesto dei progetti precedenti/in corso collegati a EU INSPIRE (per es.: nell'ambito del GMES, eContentPlus), b) Applicazione (per es.: la Protezione Civile) sulla base dell'integrazione delle informazioni esistenti e operative per l'utente e c) servizi a valore aggiunto per la gestione dei dati spatio-temporali, authoring, elaborazione, analisi e visualizzazione interattiva. Tecnologia. BRISEIDE sviluppa i WPS per l'analisi spaziale e li integra nelle strutture esistenti di open source (per es.: l'estensione WPS su Sextante a 52° a Nord). I servizi di elaborazione spatio-temporali sono esposti attraverso il web e sono disponibili mediante le applicazioni compatibili con il WebGIS. Gli OWS di recente sviluppo o prototipi, già disponibili attraverso i relativi progetti EU collegati a INSPIRE e che espongono servizi standard quali WMS, WCS e WFS, saranno utilizzati per fornire l'accesso ai relativi geodatabase, arricchiti, laddove necessario, da informazioni estratte da database eterogenei, distribuiti, operativi per l'utente. I servizi BRISEIDE sono accessibili attraverso un client 3D su piattaforma multipla, sviluppata da FG, richiamata da una pagina web come applicazione Java WebStart. Il client 3D permette l'orchestrazione interattiva dei WPS spatio-temporali fornendo il sostegno alla concatenazione delle unità di elaborazione necessarie. Questo garantisce l'accesso interattivo ai dataset e l'elaborazione asincrona dalla parte del server. ArcFIRETM Pilot. Questo Pilot si trova in Grecia e coinvolge le Fondazioni Nazionali di Ricerca Agricola NAGREF e il Governo Regionale della Macedonia, con il sostegno del partner Epsilon International S.A., che è l'ospite/partner responsabile di questo Pilot. L'ArcFIRETM installato ha lo scopo di sostenere la capacità decisionale degli operatori della Protezione Civile, delle Amministrazioni Pubbliche e degli esperti d'incendi boschivi durante le quattro fasi vitali della loro gestione. Nello specifico, l'obiettivo dello scenario dell'ArcFIRETM è molteplice: -Prima di un incendio: deve fornire gli strumenti necessari per aiutare gli operatori ad analizzare le situazioni regionali e locali offrendo, su base giornaliera, delle previsioni accurate nell'area d'interesse. Inoltre l'ArcFIRETM serve a sostenere gli operatori nell'individuare le aree ad alto rischio d'insacco di incendi prendendo in considerazione le informazioni giornaliere dinamiche sulle condizioni meteo. - Durante l'incendio: l'ArcFIRETM serve ad avere accesso agli strumenti dinamici per la modellazione come pure gli strumenti informativi per poter assistere i pianificatori, le autorità e gli operatori antincendio nella loro missione. - Dopo l'incendio: l'ArcFIRETM serve a fornire una valutazione d'impatto quantitativa attraverso altri strumenti specifici (per es.: valutare il rischio di allagamento). - Analisi ex-post: l'ArcFIRETM serve ad avere accesso alle informazioni statistiche dell'area d'interesse collegate alla storia degli incendi della zona, insieme alle cause dell'incendio e alle condizioni meteo prima dello stesso.

BRISEIDE est un projet financé en partie par le Programme d'appui à la politique ICT (ICT PSP) comme partie du Programme-cadre pour la compétitivité et l'innovation de la Communauté Européenne (avec un lien au site Internet ICT PSP: http://ec.europa.eu/ict_psp) et fournit: a) une extension sur le temps des modèles de données développés dans le contexte des projets liés à EU INSPIRE en cours/antérieurs (par ex.: dans le contexte du GMES, eContentPlus); b) application (par ex.: Protection civile) basée sur l'intégration d'informations existantes, opérationnelles de l'utilisateur; et c) les services à valeur ajoutée pour la gestion de données spatio-temporelles, conception, traitement, analyse et visualisation interactive. Technologie. BRISEIDE développe une analyse spatiale des WPS et les intègre dans les cadres de source libre existante (par ex.: extension WPS de Sextante à 52° Nord). Les services de traitement spatio-temporels sont exposés sur le net et sont rendus disponibles par le biais d'applications compatibles WebGIS. Les OWS récemment développés ou à l'état de prototype, rendus déjà disponibles par les projets INSPIRE de l'UE et exposant des services standards, tels que le WMS, WCS et WFS, seront utilisés pour donner accès aux bases de données géographiques pertinentes, enrichies, si nécessaire, par des informations extraites de bases de données opérationnelles à l'utilisateur, distribuées et hétérogènes. Les services BRISEIDE sont accessibles par le biais d'un client 3D à plusieurs plateformes, développé par FG, sur une page Internet en tant qu'application Java WebStart. Le client 3D permet l'orchestration interactive des WPS spatio-temporels offrant un support d'enchaînement des unités de traitement nécessaires. Ceci assure l'accès interactif aux ensembles de données et le traitement asynchrone côté serveur. ArcFIRETM Pilot. Ce pilote est établi en Grèce et il implique les fondations de recherche sur l'agriculture nationale NAGREF et le gouvernement régional de Macédoine avec le support du partenaire Epsilon International S.A., qui est le partenaire hôte/responsable de ce pilote. L'ArcFIRETM en place vise

le support de la prise de décision par les opérateurs de la protection civile, les administrations publiques et les experts des incendies de forêt pendant les quatre phases du cycle de gestion des incendies. Plus particulièrement, l'objectif du scénario ArcFIRE™ a deux volets. — Avant un incendie: il offre les outils nécessaires pour permettre aux opérateurs d'analyser les situations régionales et locales en fournissant, sur une base quotidienne, une prévision exacte dans la zone d'intérêt. De plus, l'ArcFIRE™ doit assister les opérateurs dans l'identification des zones à haut risque d'incendie en prenant en compte les informations quotidiennes dynamiques de la condition météorologique. — Pendant l'incendie: l'ArcFIRE™ doit donner accès aux outils dynamiques de modélisation et aux outils d'information pouvant permettre d'assister les planificateurs, les décideurs et les pompiers dans leur mission. — Après l'incendie: l'ArcFIRE™ doit donner une évaluation d'impact quantitative à travers d'autres outils spécifiques (par ex.: évaluation du risque d'inondation). — Analyse ex post: l'ArcFIRE™ doit donner accès aux informations statistiques de la zone d'intérêt concernant l'histoire des incendies de la zone en question, avec les causes de l'incendie et les conditions météorologiques avant l'incendie.

PR.12 - Indigenous fire management and carbon abatement: the WALFA project in Northern Australia

Concu N.

Centre for Aboriginal Economic Policy Research, Australian National University

Nanni.concu@anu.edu.au

The West Arnhem Land Fire Abatement (WALFA) project involves the Traditional Owners of two Indigenous Protected Areas and a mining company for the exchange of carbon credits generated by traditional fire management practices. Indigenous fire management in Northern Australia is based on selective early dry season patch burning. This practice prevents late season, highly destructive fires, and thus reduces carbon emissions. Since its start, the WALFA project has demonstrated that the Traditional Owners have prevented emissions of over 100,000 tons of CO₂ equivalent. In this paper I describe this innovative approach to carbon abatement and income generation for Indigenous communities. I also describe the factors that makes it a successful partnership between Indigenous communities and mining companies, as well some important drawbacks and obstacles to the extension of the project to other communities and regions.

Keywords: fire management practices, carbon abatement, carbon credits

Il progetto West Arnhem Land Fire Abatement (WALFA) coinvolge i Proprietari Tradizionali di due Aree Indigene Protette e una società di estrazione mineraria per lo scambio di crediti di carbonio generati dalle pratiche di gestione tradizionale degli incendi. La gestione indigena degli incendi nel Nord dell'Australia si basa sull'abbruciamento selettivo di appezzamenti di terreno all'inizio della stagione secca. Tale pratica previene gli incendi altamente distruttivi di fine stagione, riducendo quindi le emissioni di carbonio. Sin dal principio, il progetto WALFA ha dimostrato che i Proprietari Tradizionali hanno evitato l'emissione dell'equivalente di oltre 100,000 tonnellate di CO₂. La mia relazione descrive questo approccio innovativo per la riduzione del carbonio e la produzione di reddito per le comunità indigene. Descrive anche i fattori che determinano il successo del partenariato fra le comunità indigene e le società minerarie, ma anche i gravi inconvenienti e gli ostacoli all'estensione del progetto ad altre comunità e regioni.

Le projet West Arnhem Land Fire Abatement (WALFA) implique les propriétaires traditionnels de deux aires protégées indigènes et une société minière pour l'échange de carbone généré par les pratiques traditionnelles de gestion des incendies. La gestion d'incendie indigène au nord de l'Australie est basée sur le brûlage précoce sélectif au début de la saison sèche. Cette pratique empêche des incendies extrêmement destructifs en fin de saison et réduit ainsi les émissions de carbone. Depuis son lancement, le projet WALFA a démontré que les propriétaires traditionnels ont empêché des émissions de plus de 100,000 tonnes de CO₂ équivalent. Dans cet article, nous décrivons cette approche innovante de diminution du carbone et de génération de revenus pour les communautés indigènes. Nous décrivons également les facteurs qui font du partenariat un succès entre les communautés indigènes et les sociétés minières, ainsi que quelques inconvénients et obstacles majeurs à l'extension du projet à d'autres communautés et régions.

Second Session

Fire Risk at WUI

KN.I - Residential fire destruction during wildfires: A home ignition problem

Cohen J.

US Forest Service, Fire Sciences Laboratory, 5775 W US Highway 10, Missoula, MT 59808, USA

jcohen@fs.fed.us

Wildfires are inevitable and thus wildfires burning during extreme conditions are inevitable. In the United States, 2-5 percent of wildfires overwhelms firefighters and escapes control to become large. These wildfires occur during extreme burning conditions. Wildland-urban interface (WUI) fires resulting in hundreds of destroyed homes occur during these large, intensely burning wildfires. This suggests WUI fire disasters are also inevitable. However, research reveals opportunities for preventing WUI home destruction by taking a home ignition approach rather than wildfire control. Results from modeling, experiments and actual disaster examinations indicate a home's exterior materials, design and maintenance in relation to its immediate surroundings within 30 meters principally determine home ignition potential. I call this area of the house and its immediate surroundings the home ignition zone (HIZ). Reducing home ignition potential by treating homes and vegetation within the small area of a community's HIZs provides an effective alternative for preventing WUI fire disasters without necessarily controlling wildfires.

Keywords: *wildland-urban interface, WUI fire disasters, home ignition potential, home ignition zone*

Gli incendi boschivi sono inevitabili e quindi lo sono anche quelli causati durante condizioni meteo estreme. Negli Stati Uniti, dal 2 al 5% di incendi prende di sorpresa le squadre antincendio e sfugge al controllo diventando di dimensioni più estese. Questi incendi si verificano in condizioni di gravità estrema. Gli incendi dell'interfaccia urbano-rurale (WUI) che provocano la distruzione di centinaia di case si verificano durante questi intensi incendi estesi. Ciò indica che anche i disastri dovuti a incendi nella zona WUI sono inevitabili. Tuttavia, la ricerca rivela che esiste la possibilità di prevenire la distruzione delle case nell'interfaccia urbano-rurale assumendo un approccio di prevenzione all'innesco dell'incendio alla casa piuttosto che di controllo dell'incendio. I risultati dello studio di modelli, esperimenti e analisi dei disastri indicano che i materiali esterni di una casa, il suo design e la manutenzione in rapporto alle sue immediate vicinanze, nel raggio di 30 metri, determinano in modo predominante il potenziale d'innesco della casa. Questa parte della casa e le sue immediate vicinanze sono da me definite zona d'innesco della casa (HIZ). Ridurre il potenziale d'innesco della casa trattando le case e la vegetazione nella piccola zona di HIZ di una comunità offre un'efficace alternativa per la prevenzione dei disastri che si verificano nelle WUI senza necessariamente dover controllare gli incendi.

Les incendies sont inévitables et par conséquent, il en est de même pour les incendies dans les conditions extrêmes. Aux États-Unis, 2-5% des incendies dépassent les pompiers et échappent au contrôle pour se répandre. Ces incendies ont lieu dans des conditions de combustion extrêmes. Les incendies de l'interface péri-urbaine (WUI) sont à l'origine de la destruction de centaines de maisons lors de incendies intenses et d'envergure. Ceci suggère que l'incendie de la WUI est également inévitable. Cependant, la recherche dévoile des opportunités de prévention contre la destruction de maisons de la WUI en adoptant une approche d'inflammation de maison plutôt que de contrôle de l'incendie. Les résultats obtenus à partir de la modélisation, les expériences et les examens des dégâts réels indiquent que les matériaux extérieurs de maison, la conception et la maintenance en relation avec son voisinage immédiat dans un rayon de 30 mètres déterminent principalement le potentiel d'inflammation de la maison. Nous désignons cette zone de la maison et ses alentours immédiats la «zone d'inflammation de la maison» (HIZ). La réduction du potentiel d'inflammation de la maison en traitant les maisons et la végétation dans cette petite zone d'un groupe d'HIZ constitue une alternative efficace de prévention des catastrophes d'incendie WUI sans nécessairement devoir contrôler les incendies.

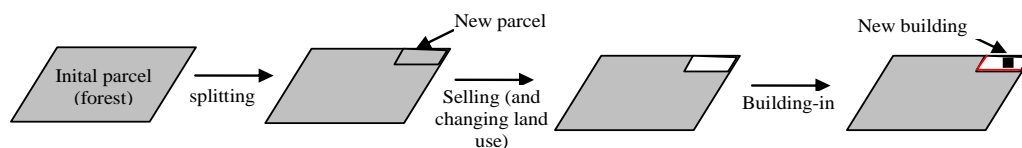
WUI.I - Modelling the scattered urbanization process within RUI for forest fire risk control planning

Maillé E.¹, Espinasse B.²

1. Mediterranean Ecosystems and Risks Research Group, CEMAGREF, Aix-en-Provence, F-13182, France; 2. Information Sciences and Systems Laboratory (LSIS), Paul Cézanne University, Marseille, France

eric.maille@cemagref.fr, bernard.espinasse@lsis.org

Discontinuous urban entities mixed with fuel (forest) areas are key factors of forest fire risk within RUI (Lampin-Maillet, 2009). Planning of forest fire risk control requires spatio-temporal information about the future evolution of spatial structures related to the scattered urbanisation process. This process is complex, driven by interactions between human socio-economical system and ecosystem dynamics. We propose a simulation model to represent this process using the Multi-Agents Based Systems (MABS) paradigm. Discontinuous urbanisation process has for original formation mechanism parcels commercial exchange activity between historical landowners (farmers, forest owners) and buyers whose objective is to build a house. These transactions have for first consequence change in land use, and then change in land cover: agricultural or forest use and cover change for new "urban" use and cover. However, before selling one plot of land, the spatial description of the parcels should be modified in order to better suit to the new use: agricultural or forest parcels are usually far larger than urban parcels, and have different other spatial characters. In relation to the building regulation, original parcels have to be split, merged, reshaped, etc. before they can be built in. Combination of land use/land cover changes on one hand, and population and spatial description changes of elementary spatial objects (cadastral parcels, isolated buildings) on the other hand, leads to new spatial structures and risk changes. An example of a whole process of spatial structure change is shown in the following figure.



In order to represent spatial structure dynamics, two very different kinds of human activities have to be modelled: the first is geographical elementary objects population and spatial description change activity (including land use/cover change), the second is geographical objects economical exchanges activity between human actors. Both activities are linked: for example, parcels are usually split or reshaped with the aim to be able to sell and build-in them in relation with the regulation conditions. Both activities have human decision origin. In order to model human driven spatial structure changes, we specify an agents-based model called MICROPOLIS. Within MICROPOLIS, two kinds of agents interact: social agents, representing social actors (land owners, buyers, etc.) and geographical agents, representing parcels and buildings. Social agents negotiate land commercial exchanges while geographical agents optimise spatial operations under the control (order) of social agents. Agents behaviours are based on atomic models provided by different disciplines: social agents choices and exchanges are based on generic models from micro-economics (hedonic models), geographical agents operate spatial optimisation using spatial analysis models, etc. Simulations produce new buildings and new spatial structures in terms of spatial relationship between vulnerable areas and fuel areas, under the constraints of the local regulation policy (land use regulation plan). It is aimed at helping decision makers to choose between different planning options, in order to limit forest fire risk. A research prototype of the Micropolis model was developed and some tests have been led on Mediterranean periurban local territories of Southern East of France.

Keywords: land use/land cover change, spatial modelling, agents based modelling, multi-agents based systems, discontinuous urbanisation process, rural urban interface.

Entità discontinue urbane mescolate ad aree (forestali) di combustibile sono fattori chiave per il rischio di incendi boschivi nelle WUI (Lampin-Maillet, 2009). La pianificazione del controllo del rischio di incendi boschivi richiede informazioni spatio-temporali circa l'evoluzione futura delle strutture spaziali relative al processo di urbanizzazione diffusa. Questo processo è complesso e guidato dalle interazioni tra il sistema socio-economico umano e le dinamiche degli ecosistemi. Proponiamo un modello di simulazione che rappresenti questo processo, utilizzando il Modello del Sistema Multi-Agente (MABS). Il processo di urbanizzazione discontinuo ha per meccanismo di formazione originale, l'attività di scambio

commerciale di lotti tra proprietari terrieri storici (agricoltori, proprietari di foreste) e acquirenti il cui obiettivo è di costruire una casa. Tali transazioni hanno come prima conseguenza il cambiamento di destinazione d'uso dei terreni, e poi la modifica della copertura del suolo: uso agricolo o forestale, cambiamento della copertura per il nuovo uso e la nuova copertura di tipo "urbano". Tuttavia, prima di vendere un appezzamento di terreno, la descrizione spaziale dei lotti dovrebbe essere modificata per meglio adattarsi al nuovo utilizzo: i lotti agricoli o forestali sono in genere molto più grandi di quelli urbani, e hanno diverse caratteristiche spaziali. In relazione al regolamento edilizio, i lotti originali devono essere divisi, uniti, riorganizzati, ecc. prima che vi si possa costruire. Una combinazione di cambiamento nell'utilizzo del territorio/copertura del suolo da una parte, e cambiamenti nella popolazione e descrizione spaziale di oggetti spaziali elementari (lotti catastali, edifici isolati) dall'altra, portano a nuove strutture spaziali e modifiche dei rischi. Nella figura seguente si può osservare l'esempio di un intero processo di cambiamento della struttura spaziale. Al fine di rappresentare la dinamica della struttura spaziale, devono essere descritti con un modello due tipi molto diversi di attività umane: la prima è l'attività di cambiamento nella popolazione e descrizione spaziale di oggetti elementari geografici (compresi cambiamenti nell'utilizzo/copertura del suolo), la seconda è l'attività di scambio economico di oggetti geografici tra attori umani. Entrambe le attività sono collegate: per esempio, i lotti di solito sono divisi o riorganizzati con l'obiettivo di poter essere venduti e costruiti in relazione alle condizioni del regolamento. Entrambe le attività dipendono dalle decisioni umane. Al fine di modellare i cambiamenti delle strutture spaziali determinati dall'uomo, abbiamo creato un modello basato su agenti chiamato MICROPOLIS. All'interno di MICROPOLIS, interagiscono tra loro due tipi di agenti: gli agenti sociali, che rappresentano gli attori sociali (proprietari terrieri, acquirenti, ecc.) e gli agenti geografici, che rappresentano i lotti e gli edifici. Gli agenti sociali negoziano gli scambi commerciali terrieri mentre gli agenti geografici ottimizzano le operazioni spaziali sotto il controllo (ordine) degli agenti sociali. I comportamenti degli agenti sono basati su modelli atomici forniti da discipline diverse: le scelte e gli scambi degli agenti sociali si basano su modelli generici della micro-economia (modelli edonistici); gli agenti geografici operano un'ottimizzazione dello spazio utilizzando modelli di analisi spaziale, ecc. Le simulazioni producono nuovi edifici e nuove strutture spaziali in termini di rapporto spaziale tra aree vulnerabili e aree di combustibile, sotto i vincoli della politica dei regolamenti locali (piano regolatore sulla destinazione d'uso dei terreni), con lo scopo di aiutare i decisori a scegliere tra diverse opzioni di pianificazione, al fine di limitare il rischio di incendi boschivi. È stato sviluppato un prototipo di ricerca del modello Micropolis e sono stati condotti alcuni test sui territori locali peri-urbani mediterranei della Francia sud-orientale.

Les entités urbaines discontinues mêlées aux zones combustibles (forêt) constituent des facteurs clés du risque de feu de forêt dans l'interface rural-urbain (RUI; Lampin-Maillet, 2009). La planification du contrôle du risque d'incendie nécessite des informations spatiales et temporelles sur l'évolution future des structures spatiales liées au processus d'urbanisation discontinu. Ce processus est complexe, déterminé par les interactions entre le système socio-économique humain et la dynamique de l'écosystème. Nous proposons un modèle de simulation pour représenter ce processus en utilisant le paradigme des systèmes multiagents (MABS). Le processus d'urbanisation discontinu a pour origine l'activité d'échanges commerciaux des parcelles entre les propriétaires terriens historiques (agriculteurs, propriétaires forestiers) et les acheteurs dont l'objectif est la construction d'un logement. Ces transactions ont pour conséquence première le changement d'utilisation du sol, et dans un deuxième temps le changement d'occupation du sol: d'une utilisation agricole ou forestière, les parcelles acquièrent leur nouvelle utilisation et occupation «urbaines». Cependant, avant la vente d'un lot de terre, la description spatiale des parcelles doit être modifiée pour mieux s'adapter à la nouvelle utilisation : les parcelles agricoles ou forestières sont généralement plus grandes que les parcelles urbaines et ont des caractéristiques spatiales différentes. Pour s'adapter au règlement d'urbanisme, les parcelles originales doivent être morcelées, fusionnées, déformées, etc. avant la construction. La combinaison des changements dans l'utilisation/occupation du sol d'une part, et dans la population et la description spatiale des objets spatiaux élémentaires (parcelles cadastrales, immeubles isolés) d'autre part, entraîne de nouvelles structures spatiales et de nouveaux changements du risque. Un exemple d'un processus global de changement de structure spatiale est présenté dans la figure suivante. Pour représenter la dynamique de la structure spatiale, deux types très différents d'activités humaines doivent être modélisés: le premier est la population des objets élémentaires géographiques et l'activité de changement de la description spatiale (y compris le changement d'utilisation/occupation du sol), la deuxième est l'activité d'échange économique des objets géographiques entre les acteurs humains. Les deux activités sont liées: par exemple, les parcelles sont généralement séparées ou déformées dans le but de pouvoir les vendre et les construire conformément à la réglementation. Les deux activités ont pour origine une décision humaine. Pour modéliser les changements des structures spatiales d'origine anthropique, nous avons mis sur pied un modèle basé agents, appelé MICROPOLIS. Deux types d'agents interagissent dans MICROPOLIS: les agents sociaux représentant les acteurs sociaux (propriétaires terriens, acheteurs, etc.) et les agents géographiques, représentant les

parcelles et les immeubles (bâties). Les agents sociaux négocient les échanges commerciaux fonciers tandis que les agents géographiques optimisent les opérations spatiales sous le contrôle des agents sociaux (commande). Les comportements des agents sont basés sur les modèles atomiques issus de différentes disciplines: les choix et les échanges des agents sociaux sont basés sur les modèles génériques de la micro-économie (modèles hédoniques); les agents géographiques optimisent les opérations spatiales commandées par les agents sociaux en utilisant les modèles d'analyse spatiale. Les simulations produisent de nouvelles entités bâties et de nouvelles structures et relations spatiales entre les zones vulnérables et les zones combustibles, sous les contraintes de la politique urbaine réglementaire locale (plan locaux d'urbanisme, plan d'occupation du sol). Elles constituent, pour les aménageurs, une aide à la décision du choix entre les différentes options de planification possibles afin de limiter le risque d'incendie de forêt. Un prototype de recherche du modèle MICROPOLIS a été développé et des tests ont été effectués sur des territoires locaux périurbains du sud-est de la France.

WUI.2 - Patterns and drivers of wildfire occurrence at the urban interface in Sydney, Australia

Price O., Bradstock R.

Centre for Environmental Risk Management of Bushfires, Institute for Conservation Biology and Environmental Management, University of Wollongong, Wollongong, NSW 2522, Australia

oprice@uow.edu.au, rossb@uow.edu.au

Sydney suffers major fire seasons with associated house loss at the urban interface once or twice per decade. Analysing the drivers of these events will help us to understand which risk factors can be reduced by management. The likelihood of a fire occurring at the interface can be broken into two components: that of ignitions occurring and that of the fire spreading from the ignition to the interface. We hypothesise that urbanisation is a double-edged sword because it both increases the likelihood of ignition but also protects areas from fire spread. We investigated these hypotheses using 38 years of historical fire mapping by examining the patterns and statistical drivers of ignition density and wildfire count at 1,280 points in the urban interface. Ignitions and fire count had distinct but differing spatial patterns across Sydney. Near the interface, fires tend to be frequent but small, while in the broader landscape they are rarer but larger. The extent of vegetation clearing within 1 km of the interface reduces the density of ignitions, but the extent of clearing within 20 km has the opposite effect. However, for fire count, clearing has a negative effect at both scales. We interpret this to mean that clearing (or urbanisation) at close proximity acts to protect areas from fire, but clearing at larger scales is also associated with large populations and hence sources of ignition. Urban centres provide both sources of ignition and a degree of protection from fire spread. Reducing ignitions would significantly reduce the risk of wildfire. We further investigated how weather and distance of the ignition from the interface affect the likelihood that the interface will be burnt, using a sample of 1,100 fires with known ignition location and date. We found a strong interaction such that if the fire weather is mild or moderate, there is less than 5% chance that a fire more than 3 km from the interface will reach it. However, when weather is severe, the chance remains above 20% even if the ignition is more than 10 km away. This information may help to improve public warnings.

Keywords: *urbanisation, likelihood of fire, ignition density, fire spread, historical fire mapping*

Sydney è soggetta a stagioni degli incendi di particolare gravità, con relative perdite di case nell'interfaccia urbano-rurale, una o due volte per decennio. L'analisi delle cause di tali eventi ci aiuterà a capire quali fattori di rischio possono essere ridotti grazie ad una giusta gestione. La probabilità che un incendio avvenga nell'interfaccia può essere suddivisa in due componenti: quella del verificarsi di accensioni e quella della propagazione dell'incendio dall'innesco all'interfaccia. Abbiamo ipotizzato che l'urbanizzazione sia una lama a doppio taglio, in quanto aumenta la probabilità d'innesci ma protegge anche le zone interessate dalla propagazione dell'incendio. Abbiamo approfondito queste ipotesi utilizzando 38 anni di mappatura d'incendi storici mediante l'esame dei pattern e dei fattori chiave statistici per la densità di innesco e per il numero di incendi su 1,280 punti dell'interfaccia urbano-rurale. Gli innesci e il numero d'incendi avevano degli schemi distinti ma diversi in tutta Sydney. Vicino all'interfaccia, gli incendi tendono a essere frequenti ma di piccole dimensioni, mentre nel paesaggio più spazioso sono più rari ma più estesi. L'estensione della vegetazione che diventa più rada entro 1 km dell'interfaccia riduce la densità degli innesci, ma l'estensione di tale parte entro 20 km ha l'effetto opposto. Tuttavia, per il conteggio degli incendi, la presenza di radure ha un effetto negativo su entrambe le scale. L'interpretazione da noi data è che la parte disboscata (o l'urbanizzazione) nella vicina prossimità agisce a tutela del territorio contro gli incendi, ma le parti disboscate su grande scala sono anche collegate a grandi popolazioni e quindi a fonti d'innesco. I centri urbani forniscono sia delle cause d'innesco sia un grado di protezione contro la propagazione dell'incendio. Riducendo gli innesci si circoscriverebbe notevolmente il rischio d'incendi boschivi. Abbiamo inoltre approfondito come il tempo atmosferico e la distanza dell'innesco dall'interfaccia incida sulla probabilità che questa venga incendiata, utilizzando un campione di 1,100 incendi per cui è nota l'ubicazione dell'innesco e la data. Abbiamo scoperto una forte interazione, tale che se il tempo che favorisce l'incendio è mite o moderato, c'è una possibilità inferiore al 5% che un incendio a più di 3 km dall'interfaccia la raggiunga. Tuttavia, quando le condizioni meteo sono gravi, rimane una percentuale di possibilità oltre il 20%, anche se l'innesco si trova a più di 10 km. Queste informazioni potrebbero aiutare a migliorare gli avvisi al pubblico.

Sydney fait face à de grandes saisons d'incendies associées à la perte de maisons sur l'interface urbaine une ou deux fois tous les dix ans. L'analyse des raisons de ces événements nous permettra de comprendre les facteurs de risque pouvant être réduits à travers la gestion. La probabilité de l'apparition d'un incendie peut être divisée en deux composantes: l'apparition de l'inflammation et l'expansion de l'incendie de l'inflammation à l'interface. Notre hypothèse est que l'urbanisation est une épée à double tranchant parce qu'elle augmente la probabilité d'inflammation, mais qu'elle protège en même temps des zones contre l'expansion de l'incendie. Notre recherche repose sur 38 ans de cartographie historique des incendies: nous avons examiné les profils et les motivations statistiques de la densité d'inflammation, ainsi que le comptage des incendies dans 1,280 points de l'interface urbaine. L'inflammation et le comptage des incendies ont eu des profils spatiaux distincts, mais différents à Sydney. Près de l'interface, les feux tendent à être fréquents, mais petits, tandis que dans un paysage plus vaste, ils sont plus rares, mais plus grands. L'étendue de la disparition de végétation sur 1 km d'interface réduit la densité des inflammations, mais a un effet contraire sur 20 km. Cependant, en ce qui concerne le comptage des incendies, la disparition a un effet négatif aux deux échelles. Ceci signifie que la disparition (ou l'urbanisation) dans un voisinage proche agit en tant que protecteur des zones contre l'incendie, mais à des échelles plus grandes, elle est également associée au grand nombre de la population et devient ainsi une source d'inflammation. Les centres urbains présentent les deux sources d'inflammation et un degré de protection contre l'expansion de l'incendie. La réduction des inflammations diminuerait considérablement le risque de incendie. Notre recherche s'est également penchée sur la façon dont le climat et la distance de l'inflammation de l'interface influent sur la probabilité d'incendie de cette dernière, en utilisant un échantillon de 1,100 incendies dont la date et le lieu d'inflammation sont connus. Nous avons trouvé une forte interaction de sorte que lorsque les conditions d'alerte météorologiques sont tempérées ou modérées, il y a moins de 5% de chance qu'un incendie à plus de 3 km de l'interface atteigne cette dernière. Cependant, lorsque le climat est rude, la chance est supérieure à 20% même si l'inflammation se situe à plus de 10 km. Ces informations peuvent permettre d'améliorer les avertissements au public.

WUI.3 - Evacuation, shelter in place, forced confinement or run-away? The reality of fire situations in the WUI in Europe

Caballero D., Quesada C.

MeteoGRID, Almansa 88, 28040, Madrid, Spain

david@meteogrid.com, clara@meteogrid.com

In Spain, as well as in other Mediterranean countries, the main protection operation in a wildfire conflagration is to proceed with evacuation of people to a safer place, and more rarely the confining and defense (Caballero et al., 2010). But instead of a pre-planned, trained and well performed evacuation process done with enough time ahead, the reality is that most of the people in these situations are literally running away in the very last minute, or even entering to the conflagration area from a safer point in order to save animals or goods of their property, following uncontrolled or even chaotic patterns in an environment of smoke, fire and stress they are not used to. Hence, it can be expected that most of the exposure of people to the sources of danger occurs not inside the houses but in the roads when in transit to a safer place. Besides, in the Mediterranean cases show that houses are made primarily of non-ignitable materials, and when burned and destroyed is because the fire manages to enter and ignite the flammable materials inside. In most of Mediterranean countries a higher density of houses commonly entails a reduction of available fuels, hence the house and road density and aggregation strongly modifies fire spread, fire behavior but also the risk spatial distribution (Caballero et al., 2007). This paper explores the opportunities and limitations of different types of wildland-urban interface (WUI) patterns to the effective management of a fire emergency, based in real situations, where the education and training of people is as important as the fuel management and the structures preparation, for the design and development of a fire-resistant community.

Keywords: civil protection, communities, Europe, evacuation, fire emergency, fire management, Mediterranean realities, risk, shelter in place, wildland urban interface patterns

In Spagna, come anche in altri paesi del Mediterraneo, l'operazione principale di protezione nello scoppio di un incendio è quella di procedere all'evacuazione della popolazione verso un luogo sicuro, e più raramente il confinamento e la difesa (Caballero et al., 2010). Ma, invece di un'evacuazione pre-pianificata, preparata e ben eseguita con sufficiente anticipo, la realtà è che la maggior parte delle persone in queste situazioni fugge letteralmente all'ultimo momento, o addirittura si muove da un luogo sicuro verso la zona dell'incendio per mettere in salvo animali e beni, secondo schemi incontrollati o persino caotici in un ambiente in cui c'è fumo, fuoco e stress, in situazioni alle quali non è abituata. Quindi, si può prevedere che gran parte dell'esposizione delle persone alle fonti di pericolo avvenga non dentro le case, ma fuori sulle strade, quando sono in transito verso un luogo più sicuro. Inoltre, nel Mediterraneo è dimostrato che le case sono realizzate principalmente di materiali non-infiammabili e quando vengono bruciate e distrutte è perché il fuoco è riuscito a penetrare e attaccare i materiali infiammabili che si trovano al loro interno. Nella maggior parte dei paesi del Mediterraneo una densità maggiore di case comporta di solito una riduzione di combustibile disponibile, quindi la densità di case e strade e l'aggregazione modifica in modo determinante la diffusione del fuoco, il suo comportamento, nonché il rischio di distribuzione spaziale (Caballero et al., 2007). Questa relazione esplora le opportunità e limitazioni dei diversi tipi di modelli di interfaccia urbano-rurale (WUI) alla gestione effettiva di un'emergenza incendi, sulla base di situazioni reali, laddove l'educazione e preparazione della popolazione è tanto importante quanto la gestione del combustibile e la predisposizione delle strutture, per la creazione e lo sviluppo di una comunità 'resistente al fuoco'.

En Espagne et dans d'autres pays de la Méditerranée, la principale opération de protection dans une conflagration de incendies est de procéder à l'évacuation des personnes vers un endroit plus sécurisé et très rarement des lieux de confinement et de défense (Caballero et coll., 2010). Mais au lieu d'un processus d'évacuation préplanifié, essayé et bien fait avec une bonne avance, la réalité est que la plupart des personnes dans ces situations fuient littéralement à la dernière minute ou entrent même dans la zone de conflagration d'un point plus sécurisé pour sauver des animaux ou des biens de leur propriété, en suivant des modèles incontrôlés et même chaotiques dans un environnement de fumée, feu et stress auquel elles ne sont pas habituées. Ainsi, l'on peut s'attendre à ce que la plus grande exposition des

personnes aux sources de danger se produise non pas dans les maisons, mais dans les rues, lorsqu'elles se dirigent vers un lieu plus sûr. Par ailleurs, en ce qui concerne la Méditerranée, les cas montrent que les maisons sont faites avec des matériaux fondamentalement non inflammables et lorsque celles-ci brûlent et sont détruites, c'est parce que le feu pénètre et enflamme les matériaux inflammables à l'intérieur de la maison. Dans la plupart des pays de la Méditerranée, une plus grande densité de maisons substitue généralement une réduction de combustibles disponibles. Ainsi, la maison et la densité de routes, ainsi que l'agrégation modifient fortement l'expansion de l'incendie, le comportement de l'incendie, et également la distribution spatiale du risque (Caballero et coll., 2007). Cet article examine les opportunités et les limites de différents types de modèles d'interface péri-urbaine (WUI) par rapport à la gestion efficace d'une urgence d'incendie en fonction de situations réelles dans lesquelles l'éducation et la formation des personnes sont aussi importantes que la gestion du combustible et la préparation des structures pour la conception et le développement d'une communauté résistante à l'incendie.

WUI.4 - An analysis on Wildland Urban Interface in Portugal

Ribeiro L.M.¹, Viegas D.X.²

1. Forest Fire Research Centre (CEIF/ADAI); Rua Pedro Hispano n 12, 3030 - 289 Coimbra, Portugal; 2. CEIF/ADAI, Dep. Mechanical Engineering, Univ. of Coimbra, Portugal

luis.mario@adai.pt

The problem of forest fires in the Wildland-Urban Interface (WUI) is a growing issue not only in Portugal but worldwide where fires tend to coexist with increasing frequency and danger with human presence in dwellings or settlements. Some of the worst wildfire disasters involving human losses are precisely associated with the approach of fire to settlements, as was the case of Greece in 2007 or Australia in 2009. A simple definition of WUI is the physical space where vegetation and structures coexist in a fire prone environment. In Portugal this is applicable to a large extension of the territory. Although there is some work done in European countries, there is still a gap in the research and understanding of the WUI problem concerning its characterization and real extent. This work aims to present a diagnostic analysis and characterization of the problem performed for Portugal. The main objective was the production of a WUI risk map at a regional level identifying high priority areas in terms of structural and human exposure to wildfire. Given the scale of the work as well as the financial means and input data available for this study the methodology used is mainly based on the use of free data sources. A catalogue for the identification of WUI situations and the respective associated risk was the basis for its assessment. This catalogue, that was adapted from published bibliography, aims to be representative of Portugal, and it allows a fast and precise way to identify WUI situations comparing real cases to an intuitive photographic key. This photographic key associates a risk class to each WUI typology. The catalogue of WUI situations is divided into 3 groups, according to the main land use where buildings are established: A) forests, B) shrub lands and C) agro-forestry. In total 21 different situations compose the 3 groups of the catalogue. Each one of these situations has a correspondent risk value associated, from 1 (low) to 4 (very high). The work consisted of an individual analysis of each of the considered regions (Portuguese districts). In every district a value of presence for each situation of the catalogue was attributed. Values of presence range from 0 (non-significant) to 3 (very frequent). The results were then merged with other relevant information (land use, fire history...) in order to produce individual analysis for each district. The proposed methodology can be adapted to other regions of Europe with similar types of house construction. Extension of the typology to other types of structures in the vicinity of the forest or rural areas is being developed.

Keywords: *wildland-urban interface; risk assessment; free data sources*

Il problema degli incendi forestali nell'interfaccia urbano-rurale (WUI) è un tema sempre più importante non solo in Portogallo ma in tutto il mondo, in quanto gli incendi tendono a coesistere, a causa della crescente frequenza e pericolo, con la presenza dell'uomo nelle abitazioni o negli insediamenti. Alcuni dei disastri più gravi che comportano perdite umane sono appunto legati alla prossimità dell'incendio agli insediamenti, come visto nel caso della Grecia nel 2007 o dell'Australia nel 2009. Una semplice definizione della WUI è lo spazio fisico dove la vegetazione e le strutture coesistono in un ambiente soggetto a incendi. In Portogallo si applica a una grande estensione del territorio. Sebbene sia stato realizzato qualche studio nei paesi europei, ci sono ancora lacune nella ricerca e nella comprensione del problema della WUI riguardante la sua caratterizzazione e la reale estensione. Questo lavoro mira a presentare un'analisi diagnostica e una caratterizzazione del problema effettuata per il Portogallo. L'obiettivo principale è stato quello di produrre una mappa del rischio della WUI a livello regionale che individui aree ad alta priorità in termini di esposizione agli incendi delle strutture e dell'uomo. Data la scala del lavoro nonché i mezzi finanziari e i dati di input disponibili per questo studio, la metodologia utilizzata è principalmente fondata sull'uso di fonti gratuite di dati. Un catalogo per l'individuazione di realtà di WUI e il relativo rischio collegato sono stati presi come base per tale valutazione. Questo catalogo, che è stato adattato dalla bibliografia pubblicata, vuole essere rappresentativo del Portogallo e permette di identificare in modo rapido e preciso le realtà di WUI confrontando i casi reali con una chiave fotografica intuitiva. Questa chiave fotografica associa una classe di rischio a ogni tipologia di WUI. Il catalogo delle realtà di WUI è diviso in 3 gruppi, secondo il principale uso del territorio dove sorgono edifici: A) foreste, B) macchia e C) agro-forestale. In totale, 21 situazioni diverse compongono i 3 gruppi del catalogo. Ciascuna situazione ha un valore di rischio corrispondente a essa associato, da 1 (basso) a 4 (molto alto). Il lavoro è consistito

in un'analisi individuale di ciascuna delle regioni sotto esame (distretti portoghesi). In ogni distretto è stato attribuito un valore di presenza per ogni situazione del catalogo. I valori di presenza vanno da 0 (non significativo) a 3 (molto frequente). I risultati sono stati poi integrati con altre informazioni importanti (uso del territorio, storia degli incendi...) per poter produrre un'analisi individuale per ogni distretto. La metodologia proposta può essere adattata ad altre regioni d'Europa con simili tipi di costruzioni residenziali. È in corso di sviluppo l'estensione della tipologia ad altri tipi di strutture in prossimità delle foreste o di aree rurali.

Le problème des incendies de forêt dans l'interface péri-urbaine (WUI) est une question préoccupante non seulement au Portugal, mais aussi dans le monde entier où les incendies tendent à coexister avec une fréquence de plus en plus grande et un danger pour la présence humaine dans les habitations ou autres établissements. Certains des pires désastres de incendies impliquant des pertes humaines sont spécialement associés à la proximité de l'incendie avec les établissements comme tel a été le cas en Grèce en 2007 ou en Australie en 2009. Une définition simple de la WUI est l'espace physique dans lequel la végétation et les structures coexistent dans un environnement propice aux feux. Au Portugal, ceci est applicable à une vaste portion du territoire. Bien que des travaux soient faits dans les pays européens, il existe toujours un fossé entre la recherche et la compréhension du problème de la WUI en ce qui concerne sa caractérisation et sa portée réelle. Cet article présente une analyse diagnostique et une caractérisation du problème, réalisées au Portugal. L'objectif principal est la production d'une cartographie du risque de la WUI à un niveau régional en identifiant des zones à haute priorité en ce qui concerne l'exposition structurale et humaine aux incendies. Étant donné l'envergure du travail, ainsi que les moyens financiers et les données disponibles pour cette étude, la méthodologie utilisée est principalement basée sur l'utilisation de sources de données libres. Un catalogue identifiant les situations des WUI et le risque associé correspondant a été pris pour base dans cette évaluation. Ce catalogue, adapté à partir d'une bibliographie publiée, veut être une représentation du Portugal et offrir une manière précise et rapide d'identifier les situations des WUI en comparant des cas réels à une clé photographique intuitive. Cette clé photographique associe une classe de risque à chaque type de WUI. Le catalogue des situations des WUI est divisé en trois groupes, selon l'utilisation du sol où sont construits les immeubles: A) forêts, B) zones arbustives et C) agroforesterie. Au total, 21 situations différentes forment les 3 groupes du catalogue. Chacune de ces situations a une valeur de risque correspondante associée, allant de 1 (faible) à 4 (très élevé). L'étude a consisté en une analyse individuelle de chacune des régions considérées (districts portugais). Il a été attribué à chaque district une valeur de la présence de chaque situation du catalogue. Les valeurs de présence vont de 0 (pas important) à 3 (très fréquent). Les résultats ont été ensuite associés aux autres informations pertinentes (utilisation du sol, histoire des incendies...) pour produire l'analyse individuelle de chaque district. La méthodologie proposée peut être adaptée aux autres régions d'Europe présentant des types similaires de construction de maisons. L'extension de la typologie aux autres types de structures à proximité de la forêt ou dans des zones rurales est en cours d'étude.

WUI.5 - A methodology for the assessment of infrastructures vulnerability to forest fires in wildland urban interfaces

Marchi E.¹, Brachetti Montorselli N.¹, Bonora L.², Tesi E.¹

1. DEISTAF – University of Florence via S. Bonaventura, 13 Firenze (Italy); 2. National Research Council – Institute of Biometeorology (IBIMET-CNR), Via Madonna del Piano 10, Sesto Fiorentino, Firenze, Italy; 3. Regione Toscana - Settore programmazione forestale, Via di Novoli, 26 Firenze, Italy

enrico.marchi@unifi.it, l.bonora@ibimet.cnr.it, enrico.tesi@regione.toscana.it

The aim of this study was to develop a model for the evaluation of infrastructures vulnerability to forest fires in the Wildland Urban Interface. The model was developed using GIS and it is able:

- to show the different grades of vulnerability of the infrastructures using dedicated maps;
- to analyse which factors contribute the most to reach a specific level of vulnerability.

The factors introduced in the model are: types of vegetation, historical number of fires, slope and operational difficulties for suppression. A Multi-Criteria Analysis technique (Analytic Hierarchy Process - AHP) was used to compare the data and fuzzy logic functions were adopted to reduce errors. The AHP was based on interviews to experts (operative room managers, firebosses, researchers). The final product was a map with pixel classified in five risk level that may be useful by decision makers in planning prevention action and in establish the priorities.

Keywords: forest fires, wildland urban interface, multi-criteria decision analysis, analytic hierarchy process

Lo scopo di questo studio era di sviluppare un modello per la valutazione della vulnerabilità delle infrastrutture agli incendi boschivi nell'interfaccia urbano-rurale. Il modello è stato sviluppato utilizzando il GIS ed è in grado di: a) mostrare i diversi gradi di vulnerabilità delle infrastrutture utilizzando mappe dedicate; b) analizzare quali fattori contribuiscono maggiormente a raggiungere un determinato livello di vulnerabilità. I fattori introdotti nel modello sono: tipi di vegetazione, numero storico di incendi, pendenza del terreno e difficoltà operative per lo spegnimento. È stata utilizzata una tecnica di analisi multi-criteriale (Analytic Hierarchy Process-AHP) per confrontare i dati e sono state adottate delle funzioni logiche 'fuzzy' per ridurre gli errori. L'AHP si è fondata su interviste a esperti (responsabili delle sale operative, capi dell'antincendio, ricercatori). Il prodotto finale è rappresentato da una mappa con i pixel classificati in cinque livelli di rischio che potrebbero essere utili ai responsabili delle decisioni nella pianificazione di interventi di prevenzione oltre che per stabilire delle priorità.

L'objectif de cette étude est de développer un modèle d'évaluation de la vulnérabilité des infrastructures aux incendies de forêt dans l'interface péri-urbaine. Le modèle a été développé à l'aide du GIS et il est en mesure de: a) montrer les différents niveaux de vulnérabilité des infrastructures en utilisant des cartes spécialisées; b) analyser les facteurs qui permettent le plus d'atteindre un niveau spécifique de vulnérabilité. Les facteurs introduits dans le modèle sont: types de végétation, nombre historique d'incendies, inclinaison et difficultés opérationnelles d'extinction. Une technique d'analyse à plusieurs critères (Analytic Hierarchy Process-AHP) a été utilisée pour comparer les données et des fonctions logiques floues ont été adoptées pour réduire les erreurs. L'AHP s'est basé sur des interviews d'experts (gestionnaires de salle de réponse, responsables de lutte contre les incendies, chercheurs). Le produit final a abouti à une carte avec pixels, classée en cinq niveaux de risque qui peuvent être utilisés par les décideurs pour planifier l'action de prévention et établir les priorités.

WUI.6 - CFD Modeling of interaction between crown forest fires and urban structures

Agranat V.M.¹, Perminov V.A.²

1. Applied Computational Fluid Dynamics Analysis, 81 Rejane Crescent, Thornhill, Ontario L4J 5A5, Canada; 2. Belovo Branch of Kemerovo State University, Belovo, Kemerovo region, Russia 652600,

vlad@acfda.org, valerperminov@gmail.com

An objective of this study is the development of pragmatic and robust computational tools for predicting the hydrodynamic and thermal interaction between forest fires and urban structures such as houses and buildings. A new semi-empirical mathematical model of interaction between the crown forest fire and the urban structures is based on numerical solution of transient 3D conservation equations that govern the turbulent flow and heat/mass transfer in the wildland/urban interface (WUI) taking into account diffusion and convection of chemical species, heat transfer between gaseous and condensed phases and radiative heat transfer. It is assumed that the forest can be modeled as a non-deformable porous medium with empirically known hydraulic resistance. Some empirical correlations available for crown forest fires are employed to describe the effect of heat and mass source caused by forest fire on atmospheric boundary layer. The general-purpose Computational Fluid Dynamics (CFD) software, PHOENICS, is used as a solver. As a result of mathematical modeling, the transient 3D fields of pressure, velocity components, temperatures, mass concentrations of gaseous species and radiation fluxes are obtained taking into account the interaction of crown forest fire with houses and buildings. The model developed could be used for detailed analyses of urban fire initiation by forest fire under the influence of various external conditions: a) meteorological conditions (air temperature and moisture, wind velocity etc.), b) complex terrain, c) forest type (height of trees, various kinds of combustible materials, their load and moisture, etc.), d) geometrical and thermophysical parameters of urban structures. The model predictions could be applied for establishing the limiting conditions of fire initiation and the methods of fire prevention and suppression in the WUI.

Keywords: forest fire, wildland/urban interface, CFD, convection, radiation, turbulence, ignition

Uno degli obiettivi di questo studio è lo sviluppo di strumenti computazionali pragmatici ed efficaci per prevedere l'interazione idrodinamica e termica tra incendi boschivi e strutture urbane come case ed edifici. Un nuovo modello matematico semi-empirico di interazione tra l'incendio di chioma e le strutture urbane si basa sulla soluzione numerica delle equazioni transitorie di conservazione 3D che governano il flusso turbolento e il trasferimento di calore/massa nell'interfaccia urbano/forestale (WUI) prendendo in considerazione la diffusione e convezione di specie chimiche, il trasferimento di calore tra fasi gassose e condensate e il trasferimento di calore radiativo. Si presume che la foresta possa essere descritta con il modello di un mezzo poroso non-deformabile con resistenza idraulica empiricamente nota. Alcune correlazioni empiriche disponibili per gli incendi di chioma sono impiegate per descrivere l'effetto di fonti di calore e di massa causato da incendi boschivi sullo strato limite atmosferico. Viene utilizzato come risolutore il software generale di fluidodinamica computazionale (CFD), PHOENICS. Come risultato di modelli matematici, vengono ottenuti campi di pressione transitori in 3D, componenti di velocità, temperature, concentrazioni di massa delle specie gassose e flussi di irradiazione, considerando l'interazione degli incendi di chioma con case ed edifici. Il modello sviluppato potrebbe essere utilizzato per analisi dettagliate dell'inizio di incendi urbani da incendi boschivi sotto l'influenza di diverse condizioni esterne: a) condizioni meteorologiche (temperatura e umidità dell'aria, velocità del vento, ecc.), b) orografia complessa, c) tipo di foresta (altezza degli alberi, vari tipi di materiali combustibili, il relativo carico e umidità, ecc.), d) parametri geometrici e termo-fisici delle strutture urbane. Le previsioni del modello potrebbero essere applicate per stabilire le condizioni restrittive dell'inizio di incendi e i metodi di prevenzione e soppressione degli stessi nella WUI.

L'objectif de cette étude est de développer des outils de calcul fiables et pragmatiques pour prévoir l'interaction hydrodynamique et thermique entre les feux de forêt et les structures urbaines, telles que les maisons et les bâtiments. Un modèle mathématique semi-empirique d'interaction entre les feux de forêt domaniale et les structures urbaines se base sur la solution numérique des équations de conservation transitoire 3D, qui régissent la turbulence et le transfert de la chaleur/masse dans l'interface péri-urbaine (WUI), tout en tenant compte de la diffusion et de la convection des espèces chimiques, du transfert de chaleur entre les phases gazeuses et condensées et du transfert radiatif de chaleur. On suppose que la forêt peut être modélisée comme moyen poreux non déformable avec une résistance hydraulique empiriquement connue. Certaines



corrélations empiriques disponibles pour les feux de forêt domaniale sont utilisées pour décrire l'effet de la source de chaleur et de masse provoquée par le feu de forêt sur la couche limite de l'atmosphère. Le logiciel général de mécanique numérique des fluides (CFD), PHOENICS, est utilisé comme résolveur. Comme résultat de la modélisation mathématique, les champs 3D transitoires de pression, les composantes de vitesse, les températures, les concentrations de masse d'espèces gazeuses et de flux de radiation sont obtenus en prenant en compte l'interaction du feu de forêt domaniale avec les maisons et les bâtiments. Le modèle développé peut être utilisé pour les analyses détaillées d'amorce de feu urbain par les feux de forêt sous l'influence de conditions externes diverses: a) conditions météorologiques (température de l'air et humidité, vitesse du vent, etc.), b) terrain complexe, c) type de forêt (hauteur des arbres, divers types de matériaux combustibles, leurs masse et humidité, etc.), d) paramètres géométriques et thermophysiques des structures urbaines. Les prévisions du modèle peuvent être appliquées pour établir les conditions limites d'amorce du feu et les méthodes de prévention et lutte contre l'incendie dans la WUI.

WUI.7 - Firebrand attack – the most dominant ignition risk in Australia

Leonard J., Blanchi R.

CSIRO, Graham Rd Highett Victoria Australia

justin.leonard@csiro.au, justin.leonard@csiro.au

Over many surveys of bushfire impact on the WUI in Australia it has become clear that the vast majority of houses are lost without direct flame or radiation interaction from the main fire front. The dominant models of house ignition are via Firebrand entry into the house, Firebrand ignition of elements on the house, or Firebrand ignition of adjacent elements to the house. The nature and severity of Firebrand attack varies greatly with both weather and fuel conditions making it difficult to quantify for a range of fire scenarios. In contrast the processes of managing the attack through urban design are simple and definitive. This paper describes the way WUI elements respond to Firebrand attack and the measures that can be used to effectively manage the risk.

Keywords: *Bushfire, Wildfire, forest fire, urban interface, ember, ignition, risk, vulnerability*

In seguito a molti sondaggi sull'impatto degli incendi boschivi nell'interfaccia urbano-rurale in Australia, è diventato evidente che la grande maggioranza di case vengono distrutte senza il contatto diretto con le fiamme o l'interazione dell'irradiazione dal fronte principale dell'incendio. Le modalità dominanti dell'innesco delle case sono legate all'arrivo di una favilla, all'ignizione della favilla sugli elementi della casa, o ad elementi adiacenti alla casa. La natura e gravità dell'attacco dei tizzoni variano enormemente sia per il tempo atmosferico sia per le condizioni del combustibile rendendo difficile la quantificazione in una serie di scenari di incendi. Per contro, i processi di gestione di tali attacchi attraverso la pianificazione urbana sono semplici e decisivi. Questo documento descrive il modo in cui gli elementi della WUI rispondono all'attacco di tizzoni e i provvedimenti che si possono prendere per gestire in modo efficace il rischio.

Plusieurs études d'impact des feux de forêt sur la WUI en Australie ont montré clairement que la grande majorité de maisons est dévastée sans une interaction de radiation ou d'inflammation directe avec le front principal d'incendie. Les modes dominants d'inflammation des maisons sont: la pénétration de brandons dans la maison, l'inflammation d'éléments de la maison par des brandons, ou inflammation d'éléments adjacents à la maison par des brandons. La nature et la gravité de l'attaque de brandons varient considérablement avec les conditions aussi bien du combustible que climatiques, ce qui rend difficile la quantification pour une gamme de scénarios d'incendies. Par contre, les processus de gestion de l'attaque à travers la conception urbaine sont simples et définitifs. Cet article décrit la façon dont les éléments WUI réagissent à l'attaque de brandons et les mesures pouvant être prises pour gérer le risque de manière efficace.

WUI.8 - An innovative approach for wildfire risk spatial assessment in wildland-urban-interfaces: a study case in South of France

Lampin C., Jappiot M., Long-Fournel M., Ganteaume A.

Cemagref, UR EMAX, 3275 route Cézanne CS40061, 13182 Aix-en-Provence Cedex 5, France

corinne.lampin@cemagref.fr, marlene.long@cemagref.fr

The submission presents a methodology to obtain a spatial total fire risk map in wildland-urban interfaces using a Geographic Information System (GIS) and spatial analysis. The study area is located in the county of Provence, South-eastern of France. The following fire risk variables were generated for this area: housing configuration, nature and structure of vegetation, topography, land cover data, etc. Combined, these variables indicate the intermediate fire risk indicators, which represent the density of fire ignition, the density of wildfire and the burned surface ratio. The coefficients for generating these intermediate indicators as well as the final index were obtained from PLS regressions, where density of fire ignition, density of wildfire and burned surface ratio data were considered as the dependent variables. A total fire risk index was also built from these three indicators bearer of information of hazard and/or vulnerability. This index was mapped and results are promising in terms of fire risk assessment. Finally spatial implications of the results, and their potential use for prevention planning appeared interesting in terms of fire management.

Keywords: Wildfire, wildland-urban interface, statistical analysis, PLS, geographic information system, Mediterranean region, total fire risk index, territory scale

La relazione presenta una metodologia per ottenere una mappa spaziale del rischio totale di incendi in interfacce urbano-rurali utilizzando un Sistema Informativo Territoriale (GIS) e l'analisi spaziale. L'area osservata si trova nella regione della Provenza, Francia sud-orientale. Per questa zona sono state generate le seguenti variabili di rischio incendi: configurazione abitativa, natura e struttura della vegetazione, topografia, dati di copertura del suolo, ecc. Insieme, queste variabili mostrano gli indicatori intermedi di rischio incendi, che rappresentano la densità di innesco del fuoco, la densità dell'incendio e il rapporto con la superficie bruciata. I coefficienti per la generazione di questi indicatori intermedi, come pure l'indice finale, sono stati ottenuti da regressioni PLS, dove i dati della densità di innesco dell'incendio, della densità dell'incendio e del rapporto con la superficie bruciata sono stati considerati come variabili dipendenti. È stato determinato anche un indice di rischio incendi totale da questi tre indicatori, che fornisce informazioni su pericolo e/o vulnerabilità. Questo indice è stato mappato e i risultati sono promettenti in termini di valutazione del rischio incendi. Infine, le implicazioni spaziali dei risultati e il loro uso potenziale per la pianificazione della prevenzione sono apparse interessanti in termini di gestione degli incendi.

L'article présente une méthodologie pour obtenir une carte du risque de feu total dans les interfaces péri-urbaines en utilisant un système d'information géographique (GIS) et une analyse spatiale. La zone d'étude se situe en Provence, au sud-est de la France. Les variables de risque de feu suivantes ont été produites pour cette zone: habitations, configuration, nature et structure de la végétation, topographie, données concernant la couverture du terrain, etc. Une fois combinées, ces variables montrent les indicateurs intermédiaires de risque de feu qui représentent la densité de l'amorce du feu, la densité des incendies et le coefficient de surface brûlée. Les coefficients de production de ces indicateurs intermédiaires et l'indice final ont été obtenus à partir des régressions PLS, où la densité de l'amorce du feu, la densité du feu de friche et les données de coefficient de surface brûlée ont été considérées comme des variables dépendantes. Un indice de risque total de feu a également été produit à partir de ces trois facteurs porteurs d'informations du danger ou de la vulnérabilité. Cet indice a été cartographié et les résultats sont prometteurs en matière d'évaluation du risque d'incendie. Enfin, les implications spatiales des résultats et leur utilisation potentielle pour la planification de la prévention semblent intéressantes en matière de gestion des incendies.

WUI.9 - Multiscale modelling of forest fire smoke emissions impact on urban air quality at the pedestrian level

Amorim J.H.¹, Miranda A.I.¹, Sá E.¹, Martins V.¹, Ribeiro C.², Coutinho M.², Borrego C.¹

1. CESAM & Department of Environment and Planning, University of Aveiro, Portugal; 2. IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento, Aveiro, Portugal

amorim@ua.pt, miranda@ua.pt, mariaelisasa@ua.pt, veram@ua.pt, clararibeiro@ua.pt, miguel.coutinho@ua.pt, cborrego@ua.pt

Forest fires are known to have serious consequences on air quality levels both at local and regional scales due to the heavy emission of particles, and several gaseous compounds, to the atmosphere. Currently, one of the most critical air pollution problems is associated with the high concentrations of particulate matter (PM) in the atmosphere. Estimates from the European Environment Agency indicate that the exposure to PM causes approximately three million deaths per year in the world. This work addresses the numerical modelling of PM₁₀ (PM with less than 10 µm in equivalent aerodynamic diameter) levels at the pedestrian level applying a meso- to microscale approach to a specific fire event, which occurred in northern Portugal, close to the town of Trofa, and consumed 93 ha of forest and shrublands during a period of 18 hours. The implemented methodology was based on a three stage process: (1) the estimation of smoke emissions taking into account the specificities of southern-European fuels and climate, (2) the innovative application of the TAPM (The Air Pollution Model) model to a forest fire accounting for the temporal discretization of the area burned, and (3) the use of TAPM outputs as boundary/initial conditions for the application of the CFD (Computational Fluid Dynamics) model Fluent. Regarding emissions, in average and comparing with road traffic emissions, the fire contributed with 85% of the mass of particles at five different spots in the city during the period of simulation. TAPM results revealed the impact on daily levels of PM₁₀ in the ambient air close to the fire and in an area that extends 10 km further south. Microscale simulations allowed extracting the complex characteristics of the airflow inside the city, resulting from the presence and configuration of buildings and trees and the microclimate conditions. Highly ventilated zones were identified, allowing an efficient removal of particles, in opposition to others where decreased wind speed and the formation of recirculations lead to hot-spots. However, the PM₁₀ limits established by the air quality directive (2008/50/EC) for the protection of human health were not exceeded. This work provided spatially and timely detailed PM₁₀ concentrations in a typical southern European town facing a medium-size forest fire and therefore contributes to the understanding of the potential impacts of forest fires on short-term human health and the definition of emergency action plans, meeting the growing need of data for smoke impact management in urban areas.

Keywords: forest fire emissions, urban air quality, numerical modelling, multi-scale approach

È ben noto che gli incendi boschivi hanno gravi conseguenze sui livelli di qualità dell'aria su scala locale e regionale a causa della notevole emissione di particolato, e di diversi composti gassosi, nell'atmosfera. Attualmente, uno dei problemi più critici dell'inquinamento dell'aria è legato alle alte concentrazioni di particolato (PM) nell'atmosfera. Le stime dell'Agenzia Europea per l'Ambiente indicano che l'esposizione al PM causa circa tre milioni di vittime all'anno in tutto il mondo. Questo lavoro affronta i modelli numerici di livelli PM₁₀ (PM con diametro aerodinamico equivalente inferiore a 10 µm) al livello dei pedoni con un approccio da meso a microscala ad uno specifico evento incendiario, che si è verificato a nord del Portogallo, vicino alla città di Trofa, distruggendo 93 ha di foresta e macchia nell'arco di 18 ore. La metodologia messa in atto si basava su un processo a tre fasi: (1) la stima delle emissioni di fumo che prendeva in esame le specificità dei combustibili e del clima del sud-Europa, (2) l'applicazione innovativa del modello TAPM (Modello di Inquinamento dell'Aria) a un incendio forestale che giustificava la discretizzazione temporale dell'area incendiata, e (3) l'uso dei risultati TAPM come condizioni limite/iniziali per l'applicazione del modello Fluent CFD (Computational Fluid Dynamics). Per quanto riguarda le emissioni, in media e a confronto con le emissioni del traffico stradale, l'incendio contribuiva con l'85% della massa di particelle in cinque diversi punti della città durante il periodo della simulazione. I risultati del TAPM hanno rivelato l'impatto sui livelli giornalieri di PM₁₀ nell'aria dell'ambiente vicino all'incendio e in un'area che si estende a 10 km più a sud. Le simulazioni su microscala hanno permesso di estrapolare le caratteristiche complesse del flusso d'aria dentro la città, derivanti dalla presenza e configurazione degli edifici e degli alberi insieme alle condizioni microclimatiche. Sono state individuate delle zone molto ventilate, che permettono un ricambio efficiente di particolato, al contrario di altre in cui una minore velocità del vento e la formazione di ricircoli conducono a dei punti caldi. Tuttavia, non sono stati superati i limiti per il PM₁₀ stabiliti dalla direttiva sulla qualità dell'aria (2008/50/EC) per tutelare la salute dell'uomo. Questo lavoro ha fornito delle concentrazioni specifiche di PM₁₀ in senso spaziale e temporale, in una città tipica del sud-Europa che deve affrontare un incendio boschivo di medie

dimensioni. Pertanto, contribuisce a comprendere gli impatti potenziali a breve termine degli incendi sulla salute dell'uomo e a definire dei piani d'intervento d'emergenza, per soddisfare la crescente esigenza di avere dati per la gestione dell'impatto del fumo nelle aree urbane.

Les feux de forêt sont connus pour avoir des conséquences graves sur les niveaux de qualité de l'air aux échelles locales et régionales du fait de l'émission des particules et de plusieurs composantes gazeuses dans l'atmosphère. Actuellement, l'un des problèmes de pollution de l'air les plus critiques est associé aux fortes concentrations de particules (PM) dans l'atmosphère. Les prévisions de l'Agence de l'environnement européenne indiquent que l'exposition au PM cause environ trois millions de décès par an dans le monde. Le travail traite de la modélisation numérique des niveaux de PM₁₀ (PM avec moins de 10 µm dans un diamètre aérodynamique équivalent) au niveau piétonnier en appliquant une approche méso-micro à un incendie qui a lieu au nord du Portugal, près de la ville de Trofa, et qui a ravagé 93 ha de forêt et de zones arbustières pendant 18 heures. La méthodologie mise en œuvre s'est basée sur un processus à trois étapes: (1) évaluation des émissions de fumée en prenant en compte les spécificités des combustibles et du climat du sud de l'Europe, (2) application innovante du modèle TAPM (le Modèle de pollution de l'air) à un incendie de forêt en tenant en compte la discrétisation temporelle de la zone brûlée et (3) utilisation des produits TAPM comme conditions initiales/limites d'application du modèle CFD (Dynamique du fluide de calcul) Fluent. Pour ce qui est des émissions, en moyenne et en comparaison avec les émissions du trafic routier, le feu représente 85% de la masse de particules à cinq différents niveaux de la ville pendant la période de simulation. Les résultats TAPM ont révélé l'impact sur les niveaux quotidiens de PM₁₀ dans l'air ambiant près de l'incendie et dans la zone s'étendant sur 10 km au sud. Les simulations à petite échelle ont permis d'extraire les caractéristiques complexes du flux d'air dans la ville ayant pour origine la présence et la configuration des immeubles et des arbres, ainsi que les conditions de microclimat. Les zones fortement ventilées ont été identifiées, car elles permettent une élimination efficace des particules, contrairement aux autres où la vitesse décroissante du vent et la formation de recirculations entraînent des zones chaudes. Cependant, les limites de PM₁₀ fixées par la directive concernant les normes de qualité de l'air (2008/50/EC) pour la protection de la santé humaine n'ont pas été dépassées. Cette étude a fourni des concentrations spatiales et temporelles détaillées de PM₁₀ dans une ville normale du sud de l'Europe face à un incendie moyen et elle a contribué par conséquent à la compréhension des impacts potentiels des feux de forêt sur la santé humaine à court terme et à la définition des plans d'action d'urgence. Elle satisfait la nécessité de plus en plus grande des données de gestion de l'impact de la fumée dans les zones urbaines.

WUI.10 - Investigating zone models based for compartment fire modeling

Attar A.A., Naderabbasi M.

Petroleum University of Technology, Iran

attar@put.ac.ir, mild.naderabbasi@yahoo.com

Fires in buildings and transportation systems are a threat to human lives and also to buildings and cultural heritage. In a fire inferno, most of the victims die due to late detection of the fire and consequent inhalation of toxic smoke gases. Computational fluid dynamics (field models) are nowadays widely used to simulate smoke spread and temperature distribution and also multi-layer zone fire growth models (zone models) are developed to predict the fire behavior in a single room. In this case fire room volume is divided into an arbitrary number of horizontal layers, in which the temperature and other physical properties are assumed to be uniform. The principal equations for each laminated horizontal layer are derived from the conservation equations of mass and energy. In this project a brief investigation on theoretical modeling of compartment fire based on zone models has been made then physical modeling of fire with CFAST and FDS software's has been done. Finally computational data validated with experimental ones. In additional polyurethane and blanket are materials used for unexpected fire accrued in this confined space. At the end of project HRR, soot, mean temperature diagrams and detector activation time compared with each others.

Keywords: *compartment fire, CFAST, FDS, building*

Gli incendi negli edifici e nei sistemi di trasporto sono una minaccia non solo per gli uomini, ma anche per gli edifici e il patrimonio culturale. In un inferno di fuoco, la maggior parte delle vittime muore a causa della tarda rilevazione del fuoco e alla conseguente inalazione di gas di fumi tossici. La fluidodinamica computazionale (modelli di campo) è oggi ampiamente utilizzata per simulare la diffusione del fumo e la distribuzione della temperatura e vengono sviluppati anche modelli di incremento del fuoco a zona multistrato (modelli a zona) per prevedere il comportamento del fuoco in una singola stanza. In questo caso, il volume dell'incendio della stanza viene diviso in un numero arbitrario di strati orizzontali, in cui si assume che la temperatura e le altre proprietà fisiche siano uniformi. Le equazioni principali per ogni strato laminato orizzontale sono derivate dalle equazioni di conservazione della massa e dell'energia. In questo progetto è stata compiuta una breve indagine sulla modellazione teorica del fuoco del compartimento basata su modelli a zona, seguita da una modellazione fisica dell'incendio con i software CFAST e FDS. Infine, i dati di calcolo sono stati validati con quelli sperimentali. Inoltre, poliuretano e coperta sono materiali utilizzati per incendi imprevisti diventati più gravi in questo spazio limitato. Al termine del progetto HRR, sono stati confrontati tra di loro fuliggine, diagrammi della temperatura media e tempi di attivazione del rilevatore.

Les feux dans les bâtiments et les systèmes de transport constituent une menace pour les vies humaines, ainsi que pour les bâtiments et l'héritage culturel. Dans un enfer incendiaire, la plupart des victimes meurent à cause de la détection tardive du feu et de l'inhalation conséquente de gaz toxiques. La dynamique numérique des fluides (modèles de terrain) est aujourd'hui très utilisée pour simuler l'expansion de la fumée et la distribution de la température, et les modèles de croissance du feu dans une zone multicouche (modèles de zone) sont également développés pour prévoir le comportement de l'incendie dans une seule pièce. Dans ce cas, le volume du feu de salle est divisé en un nombre arbitraire de couches horizontales dans lesquelles la température et les autres propriétés physiques sont supposées être uniformes. Les équations principales pour chaque couche horizontale laminée sont dérivées des équations de conservation de masse et d'énergie. Ce projet a mené une courte recherche sur la modélisation théorique de la division du feu sur la base des modèles de zone et il a réalisé une modélisation physique du feu avec le logiciel CFAST et FDS. Enfin, les données de calcul ont été validées avec les données expérimentales. Par ailleurs, le polyuréthane et l'isolant en rouleaux sont des matériaux utilisés pour les feux inattendus accumulés dans cet espace confiné. À la fin du projet HRR, les diagrammes de température et le temps d'activation de détection ont été comparés.

WUI.II - Multi-criteria modelling of wildfire risk at wildland-urban interfaces residential building scale

Hénaff Q., Pugnet L., Bouillon C., Morge D., Meher S., Long-Fournel M., Lampin C.

Cemagref, UR EMAX, 3275 route Cézanne CS40061, 13182 Aix-en-Provence Cedex 5, France

lilian.pugnet@cemagref.fr

In the Mediterranean region of southern France, fires may burn large areas and have major ecological, social and economic consequences. Many large fires are linked to the land use changes that have taken place in the Mediterranean Region in recent decades, which have generally increased the likelihood of fire spread and the severity of fire impacts. Urbanization combined with forest extension results in new spatial configurations of the wildland-urban interface (WUI). The WUI is of key significance in fire management: in Mediterranean Europe 90% of fire ignitions are related to human activities in the WUI.

Our research focuses on wildfire risk and the input key is the WUI. It intrinsically carries synthetic information on risk/assets/vulnerability, and allows a direct and global evaluation of the risk. This assessment is based on multi-criteria analysis of wildfire risk at residential buildings scale and on a GIS-based modeling of this major risk. A prototype map of wildfire risk assessment is produced for the city of Langlade (Gard) using AHP method.

With this research we aim to contribute to better risk assessment for houses in the wildland-urban interface and more generally to better management of fire-prone environments in southern Europe.

Keywords: wildfire; wildland-urban interface, multi-criteria modelling, geographic information system, Mediterranean region, fire risk, house scale

Nella regione mediterranea della Francia meridionale, gli incendi possono bruciare aree estese e avere importanti conseguenze ecologiche, sociali ed economiche. Molti incendi di grandi dimensioni sono legati ai cambiamenti nell'utilizzo dei terreni che hanno avuto luogo nella regione mediterranea negli ultimi decenni e che hanno generalmente aumentato la probabilità di propagazione del fuoco e la gravità dell'impatto degli incendi. L'urbanizzazione abbinata all'estensione delle foreste determina nuove configurazioni spaziali dell'interfaccia urbano-rurale (WUI). La WUI è d'importanza fondamentale nella gestione degli incendi: nell'Europa mediterranea il 90% degli inneschi di incendi sono correlate ad attività umane nella WUI.

La nostra ricerca si concentra sul rischio di incendi boschivi e fattore chiave è la WUI. Presenta intrinsecamente informazioni sintetiche su rischi/attività/vulnerabilità e permette una valutazione diretta e globale del rischio. Questa valutazione è basata sull'analisi multi-criterio del rischio di incendi boschivi a livello di edifici residenziali e su una modellazione basata sul GIS di questo rischio principale. È stata realizzata una mappa-prototipo di valutazione del rischio incendi per la città di Langlade (Gard) utilizzando il metodo AHP.

Con questa ricerca ci proponiamo di contribuire alla migliore valutazione dei rischi per le case nell'interfaccia urbano-rurale e più in generale a una migliore gestione degli ambienti a rischio di incendio nell'Europa meridionale.

Dans la région méditerranéenne, au sud de la France, les incendies peuvent ravager de grandes zones et avoir des conséquences économiques, écologiques et sociales majeures. Un grand nombre de grands incendies est lié aux changements d'utilisation du sol qui ont eu lieu dans la région méditerranéenne au cours des récentes décennies et qui ont généralement augmenté l'occurrence de l'expansion d'incendie et la gravité des impacts. L'urbanisation combinée à l'expansion de la forêt entraîne de nouvelles configurations spatiales de l'interface péri-urbaine (WUI). La WUI est d'une importance capitale dans la gestion d'incendie: en Europe méditerranéenne, 90% des incendies sont liés aux activités humaines dans la WUI.

Notre recherche se penche sur le risque d'incendie dont la clé est la WUI. Elle porte intrinsèquement sur les informations synthétiques sur le risque/valeurs/vulnérabilité et permet une évaluation directe et globale du risque. Cette évaluation se base sur l'analyse multicritique du risque d'incendie à l'échelle des bâtiments d'habitation et une modélisation de ce risque majeur sur base du GIS. Une carte prototype d'évaluation du risque d'incendie a été produite pour la ville de Landglade (Gard) grâce à la méthode AHP.



Avec cette recherche, nous souhaitons contribuer à une meilleure évaluation du risque pour les maisons dans l'interface péri-urbaine et de façon plus générale, à une meilleure gestion des environnements propices à l'incendie au sud de l'Europe.

WUI.12 - Wildland-Urban Interface and forest fire ignition in Alpine conditions

Conedera M.¹, Tonini M.², Oleggini L.³, Pezzatti B.¹, Vega Orozco C.²

1. Swiss Federal Research Institute, Insubric Ecosystems Research Group, Bellinzona, Switzerland; 2. Institute of Geomatics and Risk Analysis, University of Lausanne, Switzerland; 3. Institute of Cartography and Geoinformation, ETH Zurich, Switzerland

marco.conedera@wsl.ch, boris.pezzatti@wsl.ch, marj.tonini@unil.ch, carmendelia.vegaorozco@unil.ch, oleggini@karto.baug.ethz.ch

In Alpine regions, the wildland-urban interface (WUI) exhibits more distinct patterns than those observed in Mediterranean areas, mainly due to the different general socio-economic and environmental conditions, as well as the related fuel types and fire behaviour. In Alpine regions, the WUI reflects an ignition source zone rather than an area at risk itself: indeed the steepness of this region has a great influence in fire behavior resulting usually in fast spreading uphill fire fronts. Moreover, coexistence of urbanization and wildland enhances both anthropogenic ignition sources and flammable fuels. In this respect, the WUI assessment and the related fire risk are basically an issue of definition and parameterization that have to be adapted to local conditions. Under these assumptions, distances from roads or settlements are certainly the most significant parameters explaining the likelihood of a burnable site to effectively become an ignition point of a forest fire. We therefore propose to use a curve describing the cumulative percentage of the anthropogenic-induced fires as a function of the minimum distance to a human infrastructure (e.g. houses or roads). Such a curve can be parameterized and employed to characterize the WUI zones in the Alpine context. The main Swiss Alpine cantons (Ticino, Grison and Valais) are considered as study area. Data comes from the Swissfire database (www.wsl.ch/swissfire), which collects all information on forest fires in Switzerland. Man-made features (road network and buildings) in vector format have been provided by the Federal Office of Topography (Swisstopo). A GIS analysis was carried out to calculate the shortest distances of each ignition point to the closest human infrastructure such as buildings and transportation. Only human-caused forest fires were considered. Random points were generated to compare the distributions of the real and simulated datasets. Cumulative percentage distributions not only differ among the three considered cantons, but also differ within the same region when different fire seasons (summer and winter) are taken into account. Results display that 80% of all ignition points arise at about 200m far from the considered human infrastructures, and that this value is rather smaller for Ticino and bigger for Grison. For each canton, the distance is less in winter than in summer period. These values are not aleatory: though cumulative curves for random generated points present similar shapes than the real dataset, their range of distances values is about two to three times bigger. This result shows evidence of a significant attraction of human-caused forest fires to roads and buildings. The so defined "characteristic distance" can be used in next studies to define the WUI in the areas under study.

Keywords: *WUI, Alps, cumulative percentage distributions, GIS*

Nelle regioni Alpine, l'interfaccia urbano-rurale (WUI) presenta modelli più distinti di quelli osservati nelle zone mediterranee, principalmente dovuti alle diverse condizioni socio-economiche e ambientali generali, nonché ai tipi di combustibile e al comportamento del fuoco collegati. Nelle regioni alpine, la WUI rappresenta una zona fonte di innesco, piuttosto che una zona a rischio di per sé: infatti, la pendenza di questa regione ha una grande influenza sul comportamento degli incendi, provocando di solito fronti del fuoco in rapida propagazione in salita. Inoltre, la compresenza di urbanizzazione e foreste aumenta sia le fonti di innesco antropogeniche sia i combustibili infiammabili. A questo proposito, la valutazione della WUI e il relativo rischio di incendi sono fondamentalmente un problema di definizione e di parametrizzazione che deve essere adattato alle condizioni locali. Partendo da queste ipotesi, le distanze da strade e insediamenti sono certamente i parametri più importanti per spiegare la probabilità che un sito incendiabile diventi effettivamente il punto di innesco di un incendio boschivo. Si propone dunque di utilizzare una curva che descriva la percentuale cumulativa di incendi di origine antropogenica in funzione della distanza minima da un'infrastruttura umana (per es. case o strade). Tale curva può essere parametrizzata e impiegata per caratterizzare le zone WUI nel contesto alpino. Sono oggetto di studio i principali cantoni alpini svizzeri (Ticino, Grigioni e Vallese). I dati provengono dal database Swissfire (www.wsl.ch/swissfire), che raccoglie tutte le informazioni sugli incendi boschivi in Svizzera. Gli elementi creati dall'uomo (rete stradale ed edifici) in formato

vettoriale sono stati forniti dall'Ufficio federale di topografia (Swisstopo). È stata compiuta un'analisi GIS per calcolare la distanza più breve di ogni punto di innesco dalla più vicina infrastruttura umana, come edifici e trasporti. Sono stati considerati solo gli incendi boschivi di origine umana. Sono stati generati punti casuali per confrontare le distribuzioni degli insiemi di dati reali e simulati. Le distribuzioni percentuali cumulative non sono solo diverse nei tre cantoni considerati, ma differiscono anche all'interno della stessa regione se si considerano diverse stagioni degli incendi (estate e inverno). I risultati mostrano che l'80% di tutti i punti di innesco sorgono a circa 200 metri dalle infrastrutture umane considerate e che questo valore è piuttosto ridotto per il Ticino e maggiore per i Grigioni. Per ogni cantone, la distanza è inferiore nel periodo invernale rispetto a quello estivo. Questi valori non sono aleatori: anche se le curve cumulative per i punti generati a caso presentano forme simili rispetto all'insieme dei dati reali, la loro gamma di valori della distanza è di circa 2-3 volte più grande. Questo risultato è la prova di una notevole propensione degli incendi boschivi di origine umana per strade ed edifici. La "distanza caratteristica" così definita può essere usata negli studi successivi per definire la WUI nelle aree oggetto di studio.

Dans les régions alpines, l'interface péri-urbaine (WUI) présente plus de modèles distincts que ceux observés dans les zones méditerranéennes, principalement du fait des conditions environnementales et socio-économiques générales différentes, ainsi que des types et du comportement des incendies. Dans les régions alpines, la WUI reflète une zone de source d'inflammation plutôt qu'une zone à risque: en effet, la raideur de cette région a eu une grande influence sur le comportement des incendies résultant généralement dans l'expansion des fronts d'incendie en montagne. De plus, la coexistence de l'urbanisation et de friches favorise les sources d'incendie anthropogéniques et les combustibles inflammables. De ce fait, l'évaluation WUI et le risque d'incendie qui y est lié sont essentiellement une question de définition et de paramétrage qui doivent être adaptés aux conditions locales. Selon ces hypothèses, les distances par rapport aux routes ou habitats sont certainement les paramètres les plus significatifs expliquant l'existence d'un site combustible pouvant devenir un point d'allumage de l'incendie d'un feu de forêt. Par conséquent, nous proposons d'utiliser une courbe décrivant le pourcentage cumulatif des incendies d'origine anthropogéniques comme fonction de la distance minimum par rapport à une infrastructure humaine (par ex.: maisons ou routes). Cette courbe peut être paramétrée et utilisée pour caractériser les zones WUI dans le contexte alpin. Les principaux cantons alpins suisses (Tessin, Grisons et Valais) constituent la zone d'étude. Les données proviennent de la base de données Swissfire (www.wsl.ch/swissfire), qui collecte toutes les informations sur les incendies de forêt en Suisse. Les fonctionnalités humaines (réseau routier et immeubles) au format vecteur ont été fournies par le Bureau fédéral de topographie (Swisstopo). Une analyse GIS a été menée pour calculer les distances les plus courtes entre chaque point d'allumage et l'infrastructure humaine la plus proche, telle que les immeubles et le transport. Seuls les incendies de forêt d'origine humaine ont été pris en considération. Des points aléatoires ont été produits pour comparer les distributions des ensembles de données simulés et réels. Les distributions de pourcentage cumulatif ne diffèrent pas seulement dans les trois cantons considérés, mais également dans la même région lorsque différentes saisons d'incendies (été et hiver) sont prises en compte. Les résultats montrent que 80% de tous les points d'incendie se trouvent à 200 m environ des infrastructures humaines considérées et cette valeur est plutôt plus petite pour le Tessin et plus grande pour les Grisons. Pour chaque canton, la distance diminue en hiver et augmente en été. Ces valeurs ne sont pas aléatoires: bien que les courbes cumulatives des points générés au hasard présentent des formes similaires à l'ensemble des données réelles, leur gamme de valeurs de distances est environ trois fois plus grande. Ce résultat présente la preuve d'une attraction pertinente des incendies de forêt d'origine humaine vis-à-vis des routes et des immeubles. Cette « distance caractéristique » peut être utilisée dans des études ultérieures pour définir la WUI dans les zones étudiées.

WUI.13 - The analysis of facility and building in wildland-urban interface using GIS in Kyeongsangbuk-Do, Korea

Lee S.Y.¹, Lee B.², Koo K.S.², Park H.S.³

1. Professional Graduate School of Disaster Prevention, Kangwon National University, Joongang-Ro346, Samcheok-Si, Gangwon-Do, Republic of Korea; 2. Division of forest disaster management, Korea Forest Research Institute, 57, Hoegiro, Dongdaemun-Gu, Seoul, 130-712, Korea; 3. Department of bio and environmental science, Dongguk University, Pildong 3ga 26, Joong-Gu, Seoul, Republic of Korea

LSY925@kangwon.ac.kr, byungdoo@forest.go.kr, kyosang@forest.go.kr, parkhs08@naver.com

In Korea, because of the growth of urban by rapid development and population increase, more forested area was changed to urbanized area in Korea. These urbanized areas were used variously (apartments, factories, homes, hospitals and etc.). However, this urbanized area and wildland-urban interface was main forest fire ignition point in Korea and forest fire in these areas would bring about fatal damages of life and property. In this study, we tried to measure a potential danger rate of forest fire for facilities and buildings in wildland-urban interface. To estimate potential danger of forest fire, we surveyed a distance from forested area, main species of adjoining forests, DBH class, age class, and density class using GIS program (ARCGIS 9.3) survey areas was classified three class according to forest area and development. Bonghwa was a forested region, Uljin was a developing region and Kyeongju was an urbanized area in Kyeongsangbuk-Do. In result, Bonghwa was nearest from forest and Kyeongju was farthest. Especially, an average distance of all facilities and building in Bonghwa was within 100 m which was a standard for crackdown on ignition during spring and fall fire season. The average distance according to facilities in whole survey area were that power transmission tower, the temple, power plant was within 100 m and others (home, cattle shed, factory, gas station and hospital) was more than 100 m The main species of nearest forest was Pine (*Pinus densiflora*) and The age class was 21-30 age. The DBH class was 6-16cm and the density class was 51-70%. These forests which had these characteristics would easily be large scale forest fire if forest fire occurred once. Therefore, the forest fire prevention policy for this area would be needed in Korea.

Keywords: *GIS, Wildland-Urban interface, forest fire*

In Corea, a causa della crescita dell'urbanizzazione per il rapido sviluppo e l'aumento della popolazione, altre aree boschive sono state trasformate in aree urbanizzate. Queste aree sono state utilizzate in vario modo (appartamenti, fabbriche, case, ospedali e così via). Tuttavia, queste aree urbanizzate e l'interfaccia urbano-rurale erano il principale punto di innesco di incendi boschivi in Corea e tali incendi boschivi in queste zone causerebbero danni fatali all'uomo e alla proprietà. In questo studio, abbiamo cercato di misurare un tasso potenziale di pericolo di incendi boschivi per le strutture e gli edifici nell'interfaccia urbano-rurale. Per valutare il pericolo potenziale di incendi boschivi, abbiamo esaminato un tratto a partire dalla zona boschiva, le principali specie forestali adiacenti, la classe DBH, la classe di età e la classe di densità utilizzando il programma GIS (ARCGIS 9.3); le aree oggetto di indagine sono state classificate in tre classi secondo l'area forestale e l'area abitata. Bonghwa era una regione boscosa, Uljin era una regione in via di sviluppo e Kyeongju era una zona urbanizzata nel Kyeongsangbuk-Do. Di conseguenza, Bonghwa era la più vicina alla foresta e Kyeongju era la più distante; in particolare, la distanza media da tutte le strutture e gli edifici di Bonghwa rientrava nei 100 metri: una distanza standard per contrastare gli inneschi durante la stagione primaverile e autunnale degli incendi. La distanza media delle strutture nell'intera zona esaminata (traliccio dell'alta tensione, tempio, centrale elettrica) rientrava nei 100 metri, mentre per altre (casa, stalla, fabbrica, stazione di benzina e ospedale) era più di 100 metri. La specie principale della foresta più vicina era il pino (*Pinus densiflora*) e la classe di età era di 21-30 anni. La classe DBH era di 6-16 centimetri e la classe di densità del 51-70%. Le foreste con queste caratteristiche avrebbero potuto facilmente dar luogo a grandi incendi boschivi se anche si fosse verificato un solo incendio. Pertanto, in questa zona della Corea sarebbe necessaria una politica forestale di prevenzione incendi.

En Corée, davantage de zones de forêt sont devenues des zones d'urbanisation du fait de la croissance rapide du développement urbain et de la population. Ces zones urbanisées ont été utilisées de manières diverses (appartements,

usines, maisons, hôpitaux, etc.). Cependant, cette zone urbanisée et l'interface péri-urbaine est le principal point d'allumage d'un incendie de forêt en Corée et le feu de forêt, dans ces zones, endommage gravement la vie et la propriété. Dans cette étude, nous tentons de mesurer un taux de risque potentiel de feu de forêt pour les infrastructures et les immeubles dans l'interface péri-urbaine. Pour estimer le risque potentiel de feu de forêt, nous avons mené une étude de distance de la zone de forêt, des principales espèces de forêts contiguës, de la classe DBH, de la classe de densité en utilisant le programme GIS (ARCGIS 9.3). Les zones étudiées ont été classées en trois classes selon la zone de forêt et de développement. Bonghwa est une région de forêt, Uljin est une région de développement et Kyeongju est une zone urbanisée à Kyeongsangbuk-Do. Par conséquent, Bonghwa est la plus proche de la forêt, et Kyeongju la plus éloignée. En particulier, toutes les infrastructures et tous les immeubles de Bonghwa se trouvaient en moyenne à 100 m, ce qui était un standard pour le déclenchement de l'allumage d'un incendie au printemps et à l'automne. La distance moyenne des infrastructures, dans toute la zone étudiée, était celle de la tour de transmission d'énergie, du temple, de la centrale électrique qui se trouvaient à 100 m, alors que les autres (maisons, étables, usine, station à essence et hôpital) n'étaient pas à plus de 100 m. L'espèce principale de la forêt la plus proche était le pin (*Pinus densiflora*). La tranche d'âge était de 21 à 30 ans. La classe DBH était 6-16cm et la classe de densité était de 51-70%. Ces forêts présentant de telles caractéristiques seraient facilement des forêts de grands feux si ceux-ci se déclenchaient. Par conséquent, la politique de prévention des incendies de forêt serait nécessaire pour cette zone de Corée.

WUI.I4 - European software tools for mapping Wildland Urban Interfaces in the Mediterranean context

Bouillon C.¹, Fernández Ramiro M.M.², Sirca C.^{3,4}, Lampin C.¹, Fierro García B.², Casula F.³

1. Cemagref, UR EMAX, 3275 route de Cézanne, CS 40061, 13182 Aix-en-Provence cedex 5; 2. Tragsatec, C/ Julián Camarillo 6B, 1B, 28035, Madrid, Spain; 3. Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy; 4. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy

christophe.bouillon@cemagref.fr, mfra@tragsa.es, cosirca@uniss.it

Each year, some 500,000 ha are destroyed by wildfires in the European Mediterranean region. As 90% of wildland fires are caused by human activities, most of them start in wildland-urban interfaces (WUI) areas where urban areas meet rural lands. Cemagref (France) and TRAGSATEC (Spain) are involved in the European program FUME (7th PCRD) and have to develop an easy-to-use software tool to map wildland urban interfaces in different contexts, at local, regional and European scales. DESA (Univ. of Sassari, Italy) will test the developed methods in Sardinia. In France, Cemagref has developed a method to characterise and map wildland urban interfaces (WUI) at a large scale and on great areas. To apply this method as easily as possible, a first application was developed by using a GIS software (ArcGis™ ESRI™). A software called WUImap©Cemagref was produced during the FIREPARADOX European program of the 6th PCRD. It is used for WUI mapping in local and regional areas in the South of France. In Spain, TRAGSATEC has developed a specific tool with the same GIS environment. This tool calculates a map of WUI from the Settlement Map which TRAGSATEC had already produced before FUME project. It was particularly tested in the Alicante region. Both software tools were elaborated separately with different inputs data according to specific methods already developed in France and Spain. The objective in FUME project is to integrate the two GIS applications in one unique easy-to-use tool, with a graphic user interface. It is also to include the possibility to map WUI at the European scale. The last point considers that Corine Land Cover data has to be used with complementary digital data such as soil ceiling and forest data. The paper presents this work. The two approaches coming from France and Spain combine data of housing -buildings or settlements-, of natural areas -forest and shrubland- and land cover data according to their availability (agricultural areas are included in Spain). The software will offer several modules depending on local context and on available data, and a unique formula for the European level. DESA has to test the tool before the production of a final version. Some tests are already in progress to improve the software and its user interfaces. The modules corresponding to the French part and the Spanish part of the tool are under testing in Sardinia by DESA. It is already very useful as it is used in the WUI mapping of northern Sardinia (around 1 million ha). The Spanish part of the tool is also under testing in France and vice versa. First mapped results are presented.

Keywords: *wildland-urban-interfaces, housing configuration, software tool, GIS, spatial analysis, map*

Ogni anno circa 500,000 ha di territorio vengono distrutti dagli incendi nella regione europea del Mediterraneo. Poiché il 90% degli incendi boschivi è causato dalle attività dell'uomo, gran parte di essi insorgono nelle interfacce urbano-rurali (WUI) dove le aree urbane s'incontrano con i territori rurali. Cemagref (Francia) e TRAGSATEC (Spagna) sono coinvolte nel programma europeo FUME (7th PCRD) e devono sviluppare uno strumento software di facile uso per mappare le interfacce urbano-rurali nei diversi contesti, su scala locale, regionale ed europea. Il DESA (Univ. di Sassari, Italia) sperimenterà in Sardegna i metodi sviluppati. In Francia, la Cemagref ha sviluppato un metodo per caratterizzare e mappare le interfacce urbano-rurali (WUI) su grande scala e su vaste aree. Per applicare questo metodo il più facilmente possibile, è stata sviluppata una prima applicazione utilizzando un software GIS (ArcGis™ ESRI™). Un software chiamato WUImap©Cemagref è stato prodotto durante il programma europeo FIREPARADOX del 6° PCRD. Viene usato per la mappatura delle WUI nelle aree locali e regionali del sud della Francia. In Spagna, TRAGSATEC ha sviluppato uno strumento specifico con lo stesso ambiente GIS. Questo strumento elabora una mappa di WUI dalla Mappa di Insediamenti che TRAGSATEC aveva già prodotto prima del progetto FUME. È stato sperimentato in particolare nella regione di Alicante. Entrambi gli strumenti software sono stati elaborati separatamente con diversi dati di input secondo i metodi specifici già sviluppati in Francia e Spagna. L'obiettivo nel progetto FUME è quello di integrare le due applicazioni GIS in un unico strumento di facile uso, con un'interfaccia utente grafica, che dovrà anche prevedere la possibilità di mappare le WUI

su scala europea. L'ultimo punto considera che i dati sulla Copertura del Suolo Corine debbano essere usati con dei dati digitali complementari quali quelli della superficie del suolo e della foresta. La relazione presenta questo lavoro. I due approcci che hanno origine in Francia e Spagna mettono insieme i dati di edilizia residenziale o insediamenti, di aree naturali-foreste e macchia, e i dati della copertura del suolo secondo la loro disponibilità (in Spagna sono incluse le aree agricole). Il software offrirà diversi moduli secondo il contesto locale e dei dati disponibili e una formula unica a livello europeo. Il DESA ha il compito di sperimentare lo strumento prima della produzione di una versione finale. Alcuni test sono già in corso per migliorare il software e le sue interfacce utente. I moduli che corrispondono alla parte francese e alla parte spagnola dello strumento sono in corso di sperimentazione in Sardegna da parte del DESA. Tale strumento è già molto utile in quanto viene utilizzato nella mappatura delle WUI del nord della Sardegna (circa 1 milione di ha). La parte spagnola dello strumento viene anche sperimentata in Francia e viceversa. Vengono presentati i primi risultati della mappatura.

Chaque année, quelques 500,000 ha sont détruits par les incendies dans la région méditerranéenne de l'Europe. Puisque 90% des feux de broussailles sont causés par les activités humaines, la plupart d'entre eux commencent dans l'interface péri-urbaine (WUI) où les zones urbaines rencontrent les zones rurales. Le Cemagref (France) et le TRAGSATEC (Espagne) sont impliqués dans le programme européen FUME (7e PCRD) et doivent développer un outil logiciel facile à utiliser pour cartographier les interfaces péri-urbaines dans différents contextes, aux échelles locales, régionales et européennes. Le DESA (Univ. de Sassari, Italie) va tester les méthodes développées en Sardaigne. En France, le Cemagref a développé une méthode pour caractériser et cartographier les interfaces péri-urbaines (WUI) à grande échelle et sur des zones étendues. Pour appliquer cette méthode le plus facilement possible, une première application a été développée en utilisant un logiciel GIS (ArcGis™ ESRI™). Un logiciel appelé WUImap©Cemagref a été produit pendant le programme européen FIREPARADOX du 6e PCRD. Il est utilisé pour la cartographie de la WUI dans les zones locales et régionales au sud de la France. En Espagne, TRAGSATEC a développé un outil spécifique avec le même environnement GIS. Cet outil calcule une carte de la WUI à partir de la Settlement Map que TRAGSATEC a déjà produite avant le projet FUME. Il a été particulièrement testé dans la région d'Alicante. Les deux outils logiciels ont été élaborés avec différentes données selon les méthodes spécifiques déjà développées en France et en Espagne. L'objectif du projet FUME est d'intégrer les deux applications GIS dans un seul et unique outil facile à utiliser avec une interface d'utilisateur graphique. Il offre également la possibilité de cartographier la WUI à l'échelle européenne. Le dernier point considère que les données du Corine Land Cover peuvent être utilisées avec des données numériques supplémentaires telles que le niveau du sol et les données de la forêt. L'article présente cette étude. Les deux approches française et espagnole combinent les données concernant les habitations ou les bâtiments, dans des zones naturelles de forêt et arbustives, avec les données sur la couverture du sol, selon leur disponibilité (les zones agricoles sont incluses en Espagne). Le logiciel offrira plusieurs modules selon le contexte local et les données disponibles, ainsi qu'une formule unique pour le niveau européen. DESA doit tester l'outil avant la production d'une version définitive. Certains tests sont déjà en cours pour l'amélioration du logiciel et ses interfaces utilisateur. DESA teste actuellement en Sardaigne les modules correspondants à la partie française et espagnole de l'outil. Il est déjà très utile parce qu'il est employé dans la cartographie de la WUI du nord de la Sardaigne (environ 1 million d'hectares). La partie espagnole de l'outil est également en cours d'évaluation en France et vice-versa. Les premiers résultats cartographiés sont présentés.

WUI.15 - Australian bushfires and the property loss they cause

Girnius T.P.

AIR Worldwide, 131 Dartmouth Street, Boston, MA 02116

tgirnius@air-worldwide.com

Wildland fires pose a significant threat to property as well as human lives in many parts of the world. In terms of fires resulting in significant property losses, Australia is one of the most active fire regimes. In the past few decades, only California has suffered comparable property losses from fire. The approach to wildfire modeling and risk assessment discussed in this paper involves the numerical simulation of wildland fires. Accurate computational fire propagation algorithms that replicate the fire-front progression of certain historical fires have been developed. However, the computational cost to model individual fires using such simulation programs prohibits their use for simulating the very large ensembles of fires needed for the stochastic modeling of catastrophic risk. Moreover, the calculations are acutely sensitive to initial and subsequent conditions. From a loss estimation and risk assessment perspective, the challenges are to capture many plausible fire scenarios with fewer computations than required by a full-fledged simulator and to filter the multitude of wildfires that may occur in nature to the few that would likely cause property loss. The Australian Bushfire model under development is a stochastic wildfire model that simulates the ignition and spread of property loss-causing fires and estimates the cost of the insurable damage that they cause. The wildfire hazard is simulated for thousands of scenario years, resulting in comprehensive spatial coverage and stable results. Probability distributions based on historical data are used to simulate the annual frequency, seasonality, and ignition locations. Further distributions for fire size, wind speed and direction, as well as static topography and fuels layers help to determine how each fire propagates. A housing density layer is used to determine where fire suppression efforts should be applied, and the propagated fire perimeter is adjusted accordingly. Damage functions based on insurance claims data and post event on-site damage surveys have been developed and are used to estimate losses sustained by structures within the simulated perimeters. The modeled damageability functions discriminate among a wide variety of occupancy and construction classes of exposure structures.

Keywords: Fire behavior; wildland urban interface; modeling; risk analysis; loss estimation

Gli incendi boschivi rappresentano una grave minaccia per la proprietà privata oltre che per le vite umane in molte parti del mondo. In termini di incendi che provocano notevoli perdite alla proprietà immobiliare, l'Australia è uno dei paesi a regime di incendi più attivi. Negli ultimi decenni, solo la California ha subito delle perdite paragonabili a causa degli incendi. L'approccio alla modellazione degli incendi boschivi e alla valutazione del rischio discusso in questa relazione comporta la simulazione numerica degli incendi boschivi. Sono stati sviluppati dei precisi algoritmi computazionali di propagazione degli incendi che replicano la progressione del fronte del fuoco di alcuni storici incendi. Tuttavia, il costo computazionale per replicare i singoli incendi utilizzando tali programmi di simulazione ne vieta l'uso per simulare l'insieme molto esteso d'incendi necessari per la modellazione stocastica del rischio di catastrofe. Inoltre, i calcoli sono estremamente sensibili alle condizioni iniziali e successive. Sotto l'aspetto della stima delle perdite e della valutazione del rischio, le sfide sono quelle di catturare molti scenari d'incendio plausibili con calcoli inferiori a quelli necessari attraverso un simulatore vero e proprio e filtrare la moltitudine d'incendi che potrebbero verificarsi in natura per ottenere quei pochi che potrebbero causare perdite alle proprietà. Il modello dell'Australian Bushfire in via di sviluppo è un modello d'incendio stocastico che simula l'innescò e la diffusione d'incendi che causano perdite alle proprietà e stima il costo dei danni assicurabili da essi provocati. Il rischio d'incendi boschivi viene simulato per scenari di migliaia di anni di fornendo una copertura spaziale complessiva e risultati stabili. Le distribuzioni delle probabilità basate su dati storici sono utilizzate per simulare la frequenza annuale, la stagionalità e le ubicazioni degli inneschi. Ulteriori distribuzioni per estensione dell'incendio, velocità del vento e direzione, oltre alla topografia statica e agli strati di combustibili servono a determinare come si propaga ciascun incendio. Si utilizza uno strato di densità di case per determinare dove impegnare gli sforzi per l'estinzione dell'incendio e di conseguenza si adatta il perimetro dell'incendio propagato. Si sono sviluppate delle funzioni in base ai dati sulle denunce alle assicurazioni e alle indagini sui danni in loco, in seguito all'evento, e si utilizzano per stimare le perdite subite dalle strutture all'interno dei perimetri simulati. Le funzioni di dannosità modellata discriminano tra un'ampia varietà di classi costruttive e di occupazione delle strutture soggette a esposizione.

Les feux de broussailles constituent une grande menace à la propriété et aux vies humaines dans beaucoup de parties du monde. En ce qui concerne les incendies entraînant des pertes de propriété importantes, l'Australie est l'un des régimes d'incendie les plus actifs. Pendant les dix dernières années, seule la Californie a souffert de pertes de propriétés comparables dues au feu. L'approche de la modélisation d'un incendie et de l'évaluation du risque traitée dans cet article implique la simulation numérique des feux de broussailles. Les algorithmes informatiques précis de propagation de l'incendie qui répliquent la progression du front de l'incendie de certains incendies historiques ont été développés. Cependant, le coût informatique pour la modélisation d'incendies individuels avec ces programmes de simulation empêche leur utilisation pour la simulation de très grands ensembles d'incendies, nécessaires pour la modélisation stochastique du risque de catastrophe. Par ailleurs, les calculs sont très sensibles aux conditions initiales et finales. Sous une perspective d'estimation des pertes et d'évaluation du risque, il est difficile de capturer plusieurs scénarios d'incendie plausibles avec moins de calculs que ceux qui sont requis par un simulateur fiable et de filtrer la multitude des incendies qui peuvent avoir lieu dans la nature pour arriver au petit nombre qui pourrait causer une perte de propriété. Le modèle australien Bushfire, en cours de développement, est un modèle stochastique de incendie qui simule l'inflammation et l'expansion de feux causant la perte de propriété et il estime les coûts des dommages assurables qu'ils causent. Le risque de incendie est simulé pour des milliers d'années de scénarios entraînant une couverture spatiale globale et des résultats stables. Les distributions de probabilité basées sur les données historiques sont utilisées pour simuler la fréquence annuelle, la saisonnalité et les endroits d'inflammation. D'autres distributions par taille de l'incendie, vitesse et direction du vent, ainsi que par la topographie statique et les couches de combustibles permettent de déterminer la propagation de chaque incendie. Une couche de densité d'habitat est utilisée pour déterminer le lieu d'application des efforts d'extinction de l'incendie et le périmètre de la propagation de l'incendie est ajusté en conséquence. Les fonctions de dommages, basées sur le contenu des déclarations de sinistre et les études sur le site des dommages causés par l'événement, ont été développées et utilisées pour estimer les pertes endurées par les structures dans les périmètres simulés. Les fonctions de dommages modélisées écartent une grande variété d'habitat et de classes de construction des structures exposées.

WUI.16 - Improving educational aspects as a way to prevent fire risk in fire prone communities.
Cases of study in Spain

Quesada C., Quesada D.

University of Córdoba, Spain

claraquesada@gmail.com, danquefer@yahoo.es

Communities and fire is not a new combination nowadays. Use of fire by human beings has been considered and used in daily tasks over the centuries in economic, cultural, religious and most of aspects of way of life especially in rural areas. This situation has been known as fire culture and it has not been a conflictive relation between people and natural spaces. But the rapid and disordered development of structures into fire prone areas has produced residents and owners living there less implicated in fire aspects ought to an urban conception of rural zones. They actually are seeing those as a fire and other risks away places where they don't realized properly where they live and how they live. At the same time rural communities have decreased their population because of migrating processes into towns so that residents have aged. Finally the majority of this rural and wildland urban interface zones present unusual characteristics to responding fire agencies. Many state, regional and local agencies have tried many options to prevent and control this problem but they have realized that this not enough to stop this situation which frequency is increasing every year. Foresters, State Agencies, Fire Departments and civic leaders have reached the conclusion that residents should not be anymore part of the problem but part of the solution. Through educational activities is possible conduct them to further their knowledge of how wildfire fire behavior process affects them by reducing their own risk from wildfires. Adopting special but cheap and easy measures is an actual line. But involving homeowners is a difficult issue that requires special understanding and approaches. Human behavior is an aspect impossible to be simulated and so unpredictable in emergency cases such as those in wildland urban interface that it could dangerously increase the value of risk in fire prone zones. The situation in Spain presents many fire prone areas and is not an unusual case in Mediterranean zone. In that sense some regions have been following in the last year programs to show population to learn proactive steps in reducing homes' vulnerability to wildfire, i.e., what every resident of rural-wildland urban interface areas at risk should know to protect their properties, their lives from wildfire and realizing that their activities contribute to a firefighting safer job as well. This paper explores the situation in Andalusia, Balearic Islands, Galician Region and many others and how could be the findings and future recommendations based on a review conducted.

Keywords: communities, communities assessment, educational aspects, fire emergency, educational aspects, emergency evacuation, emergency preparedness, fire prone areas, fire safety education, fire risk, forest fires, how to prevent, human behavior, prevention, safety, wildland urban interface, wildland urban interface fire hazards.

Le comunità e gli incendi non sono una combinazione nuova al giorno d'oggi. L'uso del fuoco da parte degli esseri umani è stato considerato e praticato durante i secoli nelle operazioni giornaliere, in campo economico, culturale, religioso e per la maggior parte degli aspetti della vita, soprattutto nelle zone rurali. Questa realtà è nota come cultura del fuoco e non ha rappresentato una relazione conflittuale fra la popolazione e gli spazi della natura. Ma lo sviluppo rapido e disordinato delle strutture in zone soggette ad incendi ha prodotto dei residenti e proprietari ivi abitanti che sono meno coinvolti nei risvolti del fuoco a causa di una concezione urbana delle zone rurali. Essi considerano gli incendi e altri rischi come lontani dal loro orizzonte e non si rendono conto effettivamente di dove vivono e in che modo. Allo stesso tempo, le comunità rurali sono diminuite in popolazione a causa dei processi migratori verso le città e quindi i residenti sono diventati più anziani. Infine, la maggioranza di queste zone d'interfaccia urbano-rurale ha reazioni inconsuete nel rispondere agli organismi dell'antincendio. Molti organismi statali, regionali e locali hanno fatto tanti tentativi per prevenire e controllare questo problema ma si sono resi conto che ciò non è sufficiente ad arrestare questa tendenza, la cui frequenza aumenta di anno in anno. I forestali, le agenzie statali, i reparti degli operatori antincendio e i responsabili delle comunità sono giunti alla conclusione che i residenti non dovrebbero rappresentare più parte del problema ma diventare parte della soluzione. Attraverso attività educative è possibile migliorare le loro conoscenze su come il comportamento del fuoco negli incendi boschivi può coinvolgerli riducendo il loro rischio di incendi. Adottare misure particolari ma economiche e di facile applicazione è una linea possibile. Ma coinvolgere i proprietari degli immobili è una questione difficile che richiede una comprensione e un approccio

particolari. Il comportamento umano è un aspetto impossibile da simulare e quindi imprevedibile in casi di emergenza come quelli che si verificano nell'interfaccia urbano-rurale, che potrebbe aumentare esponenzialmente il valore di rischio nelle zone soggette a incendi. La situazione in Spagna presenta molte zone soggette ad incendi e non è un caso inconsueto nell'area del Mediterraneo. In tal senso, nell'ultimo anno alcune regioni hanno seguito dei percorsi per mostrare alla popolazione come imparare a essere proattivi nel ridurre la vulnerabilità delle case agli incendi, cioè, quello che dovrebbero sapere tutti i residenti di zone d'interfaccia urbano-rurale a rischio per proteggere le proprietà e la propria vita dagli incendi boschivi e rendersi conto che le loro attività contribuiscono anche a rendere più sicura l'opera di estinzione degli incendi. Questa relazione esplora la situazione in Andalusia, Isole Baleari, Regione della Galizia e molte altre, e come si potrebbero applicare i risultati della ricerca e fornire raccomandazioni per il futuro.

Les communautés et l'incendie ne sont pas une combinaison nouvelle de nos jours. L'utilisation du feu par les êtres humains est considérée et utilisée dans les tâches quotidiennes depuis des siècles en économie, culture, religion, et dans la plupart des aspects de la vie, particulièrement dans les zones rurales. Cette situation a été appelée la culture du feu et aucune relation conflictuelle n'a été mentionnée entre les personnes et les espaces naturels. Mais le développement rapide et désordonné des structures dans les zones propices à l'incendie a rendu les résidents et propriétaires vivants dans ces zones moins concernés dans les aspects de l'incendie pour ce qui est de la conception urbaine des zones rurales. Ils considèrent les incendies et autres risques comme des lieux lointains où ils n'ont pas particulièrement conscience de l'environnement dans lequel ils vivent et comment ils y vivent. Parallèlement, la population des communautés rurales a diminué du fait des processus de migration dans des villes et donc les résidents ont vieilli. Enfin, la majorité de ces zones d'interface péri-urbaine présente des caractéristiques inhabituelles quant aux agences d'intervention contre les incendies. Plusieurs agences gouvernementales, régionales et locales ont essayé plusieurs options pour la prévention et le contrôle de ce problème, mais elles ont réalisé que leurs efforts étaient insuffisants pour mettre fin à cette situation dont la fréquence augmente d'année en année. Les forestiers, les agences gouvernementales, les départements de lutte contre les incendies et les leaders politiques ont conclu que les résidents ne doivent plus faire partie du problème, mais de la solution. À travers les activités d'éducation, il est possible de les amener à approfondir leur connaissance sur la façon dont le processus du comportement du feu de broussailles les concerne en réduisant leur propre risque face à un feu de broussailles. L'adoption de mesures spéciales, mais simples et moins coûteuses constitue une solution envisagée. Mais l'implication des propriétaires de maisons est un problème difficile qui nécessite une compréhension et des approches spéciales. Le comportement humain est un aspect impossible à simuler et par conséquent, il est imprévisible dans des cas d'urgence tels que ceux de l'interface péri-urbaine et il peut augmenter dangereusement la valeur du risque dans les zones propices aux incendies. La situation en Espagne présente plusieurs zones propices à l'incendie ce qui n'est pas rare dans la zone méditerranéenne. Dans ce sens, certaines régions ont suivi ces dernières années des programmes pour montrer aux populations les étapes d'apprentissage proactif de la réduction de la vulnérabilité des maisons au incendies, c'est-à-dire ce que doit savoir chaque habitant des zones de l'interface péri-urbaine à risque pour protéger sa propriété, sa vie de l'incendie et qu'il doit prendre conscience que ses activités contribuent également à une lutte contre l'incendie plus sûre. Cet article examine la situation en Andalousie, aux îles Baléares, dans la Région Galicie et plusieurs autres, et la façon dont les résultats et les recommandations futures peuvent se baser sur une revue.

WUI.17 - Ligurian pilot project for forest fire risk prevention: sustainable autoprotection of small community

Capponi L.¹, Chiuri F.², Moraldo M.², Giovannini S.², Fiorucci P.³, Parodi U.¹

1. Regione Liguria, Via Fieschi, 15 - 16121 Genova, Italia; 2. Comune di Molini di Triora, Imperia, Italia; 3. CIMA Foundation, Via Magliotto, 2 - 17100 Savona, Italia

luciano.capponi@regione.liguria.it, ulderica.parodi@regione.liguria.it, arch.francesco.chiuri@archiworld.it, marcello.moraldo@provincia.imperia.it, paolo.fiorucci@cimafoundation.org

Liguria is a mountainous region by the sea. After world war 2 great part of the population abandoned the mountain areas for the richer coastal cities. Agriculture and mountain villages were almost abandoned and shrubs and woods gained land to cultivated terraces causing an increase in hydro-geological and forest fire risk for those that remained. Property is very fractioned and many of the owners go back to their homeland only for holidays and are not aware of the risks caused by land abandonment. It has become therefore important to help small mountain communities to develop sustainable prevention actions giving them means for self-protection and to increase risk awareness among those that are not permanent residents. The project described in this work is born from local necessities and developed by the local community itself with the intent to test a sustainable prevention action, train people to self protection in case of forest fires nearing the village and to recover memory of big fires WUI of the past to improve risk awareness.

Keywords: *risk awareness, sustainable prevention, WUI fire risk*

La Liguria è una regione montuosa vicino al mare. Dopo la seconda guerra mondiale gran parte della popolazione ha abbandonato le zone montane per le più ricche città della costa. Agricoltura e villaggi di montagna sono stati quasi abbandonati e arbusti e boschi hanno invaso le terrazze coltivate causando un aumento del rischio idrogeologico e di incendi boschivi per coloro che sono rimasti. La proprietà è molto frazionata e molti dei proprietari ritornano ai villaggi nati solo per le vacanze perdendo consapevolezza dei rischi causati dall'abbandono dei terreni. È diventato quindi importante aiutare le piccole comunità montane a sviluppare azioni di prevenzione sostenibile, dando loro i mezzi per l'autodifesa e per aumentare la consapevolezza dei rischi tra coloro che non sono residenti permanenti. Il progetto descritto in questo lavoro nasce da esigenze locali e è sviluppato dalla comunità locale con l'intento di testare un'azione sostenibile di prevenzione, educare le persone a tutelarsi in caso di incendi boschivi d'interfaccia e recuperare la memoria dei grandi incendi del passato migliorando la consapevolezza dei rischi.

La Ligurie est une région montagneuse près de la mer. Après la Deuxième Guerre mondiale, une partie de la population a abandonné les zones de montagne pour les villes littorales plus riches. Les villages agricoles et de montagne ont été presque tous abandonnés et les arbustes et la forêt ont gagné du terrain sur les terrasses de culture, entraînant ainsi une augmentation du risque hydrogéologique et d'incendie de forêt pour les populations qui y sont restées. La propriété est très fractionnée et bon nombre de propriétaires ne rentrent dans leur village natal que pour les vacances et ils ne sont pas conscients des risques causés par l'abandon de la terre. Il devient par conséquent important d'aider les petites communautés de montagne à développer des actions de prévention durables leur donnant les moyens d'autoprotection et d'augmenter la sensibilisation du risque parmi ceux qui n'y habitent pas en permanence. Le projet décrit dans cette recherche est issu des besoins locaux et il a été développé par la communauté locale elle-même dans l'intention de tester une action de prévention durable, former les personnes à l'autoprotection en cas d'incendies de forêt près du village et rappeler les grands incendies WUI du passé en vue de l'amélioration de la sensibilisation au risque.

WUI.18 - Wildland-urban interface dynamics during the last 50 years in North East Sardinia

Pellizzaro G., Arca B., Pintus G. V., Ferrara R., Duce P.

National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy

g.pellizzaro@ibimet.cnr.it

The Mediterranean basin ecosystems are extremely sensitive and vulnerable due to the specific characteristics of the Mediterranean climate (climate variability, drought, etc.), and the large effects of different anthropogenic disturbances (modifications of land use, deforestation, grazing, forest fires, etc.). In the last three decades, forest fires showed an increase in both occurrence and number of extreme fire seasons; in addition, an increasing number of fires threatening the wildland-urban interface (WUI) can be observed. In Sardinia, the WUI is not a new feature in the landscape but, in the last decades, the areas that can be defined as classic and mixed interfaces are increasing. This phenomenon is particularly evident in tourist and coastal areas where a large number of resorts are built within and surrounded by Mediterranean vegetation that is highly prone to events of wildfire. In these situations, the related risk of damage for villages, tourist resorts, other human activities and people is elevated especially in summer when the presence of human people is highest and meteorological conditions are extreme. Therefore, the development of planning policies is required in order to implement strategies to prevent and reduce wildfire in wildland-urban interface areas. The main aims of this work are i) to assess recent changes and characteristics of wildland-urban interface in a touristic area of North East Sardinia and ii) to evaluate changes in term of fire risk due to land use change during the last five decades. The study was carried out in a coastal area located in North East Sardinia and characterized by strong touristic development in the last thirty years. The characterization and mapping of the WUI were performed starting from 1954 to 2008 using temporal steps of about 10 years. For each temporal step, WUI areas were identified, classified and mapped in order to analyze and evaluate the temporal evolution of their presence and properties. Fire history data relative to study area were also collected and relationships between fire regime and WUI area trends were analyzed. This work is supported by FUME Project- *Forest fires under climate, social and economic changes in Europe, the Mediterranean and other fire-affected areas of the world*- European Commission FP7-ENV-2009-I, Grant Agreement Number 243888.

Keywords: *Wildland-urban interface, Urbanization, GIS analysis, Fire risk*

Gli ecosistemi del bacino del Mediterraneo sono estremamente sensibili e vulnerabili a causa sia delle specifiche caratteristiche del clima mediterraneo (variabilità climatica, siccità, ecc.), sia dei rilevanti effetti dovuti agli interventi antropici (modificazioni dell'uso del suolo, disboscamento, pascolamento, incendi forestali, ecc.). Nelle ultime tre decadi gli incendi forestali hanno mostrato un incremento sia nella frequenza sia nel numero delle stagioni estreme degli incendi; inoltre è stato osservato un crescente numero di incendi prossimo alle zone di interfaccia urbano-rurale. In Sardegna queste zone non rappresentano una nuova configurazione del paesaggio ma, nelle ultime decadi, le aree che possono essere definite come interfacce "classiche" e "miste" sono in aumento. Questo fenomeno è particolarmente evidente nelle zone turistiche e costiere dove un grande numero di villaggi turistici è edificato all'interno e in prossimità di aree caratterizzate dalla presenza di vegetazione mediterranea, fortemente incline agli incendi. In queste situazioni, il rischio di danni per i villaggi turistici, per altre attività antropiche e per le persone è elevato, proprio quando la presenza umana è alta e le condizioni meteorologiche sono estreme. Lo sviluppo di politiche di pianificazione diventa, dunque, un requisito per implementare le strategie di prevenzione e riduzione degli incendi nelle aree di interfaccia. Gli obiettivi principali di questo lavoro sono: i) ricostruire i recenti cambiamenti e le caratteristiche delle aree di interfaccia urbano-rurale in un'area turistica del nord-est della Sardegna e ii) valutare le variazioni in termini di rischio di incendi dovuti al cambiamento dell'uso del suolo durante le ultime cinque decadi. Lo studio è stato condotto in un'area costiera nel nord-est della Sardegna caratterizzata da un forte sviluppo turistico. La caratterizzazione e la mappatura delle aree di interfaccia urbano-rurali sono state eseguite su unità temporali di circa 10 anni che vanno dal 1954 al 2008. Per ciascuna di esse, le aree di interfaccia urbano-rurali sono state identificate, classificate e mappate in modo da analizzare l'evoluzione temporale della loro presenza e delle loro caratteristiche. Sono stati raccolti i dati storici degli incendi relativi all'area di studio e sono state analizzate le relazioni tra il regime di incendi e i trend delle aree di interfaccia urbano-rurali.

Les écosystèmes du bassin méditerranéen sont extrêmement sensibles et vulnérables du fait des caractéristiques spécifiques du climat méditerranéen (variabilité climatique, sécheresse, etc.), et les effets importants des différentes perturbations anthropogéniques (modification d'utilisation du sol, déforestation, pacage, incendies de forêt, etc.). Dans les trois dernières

décennies, les incendies ont augmenté, aussi bien sur le plan de leur survenance que du nombre des saisons d'incendie extrêmes; par ailleurs, l'on a observé un nombre de plus en plus grand d'incendies menaçant l'interface péri-urbaine. En Sardaigne, la WUI n'est pas une nouveauté dans le paysage, mais, dans les dernières décennies, les zones pouvant être définies comme étant des interfaces mixtes ou classiques ont augmenté. Ce phénomène est particulièrement évident dans les zones littorales et touristiques où l'on a construit un grand nombre de centres de villégiature sur et au milieu de la végétation méditerranéenne qui est très propice aux incendies. Dans ces situations, le risque correspondant de destruction de villages, centres de villégiature et autres activités humaines est élevé, particulièrement en été, lorsque la présence des personnes est au plus haut et que les conditions météorologiques sont extrêmes. Par conséquent, le développement de politiques de planification est nécessaire pour la mise en œuvre des stratégies de prévention et de réduction des incendies dans les zones de l'interface péri-urbaine. Les objectifs principaux de ce travail sont: i) l'évaluation de récents changements et des caractéristiques de l'interface péri-urbaine dans une zone touristique au nord-est de la Sardaigne et ii) l'évaluation des changements en termes de risque d'incendie du fait du changement de l'utilisation du sol pendant les cinq dernières décennies. L'étude a été menée dans une zone littorale au nord-est de la Sardaigne, qui s'est caractérisée par un grand développement touristique pendant les trente dernières années. La caractérisation et la cartographie de la WUI ont été faites de 1954 à 2008 en utilisant des paliers temporels d'environ 10 ans. Pour chaque palier temporel, les zones WUI ont été identifiées, classifiées et cartographiées pour analyser et évaluer l'évolution temporelle de leur présence et de leurs propriétés. Les données historiques des incendies de la zone étudiée ont également été collectées et la relation entre le régime d'incendie et les tendances de la zone de la WUI ont été analysées.

WUI.19 - A common approach for fire risk analysis within the Proterina-C project

Fiorucci P.¹, Franciosi C.¹, Biondi G.¹, Trasforini E.¹, Bacciu V.^{2,3}, Arca B.⁴

1. CIMA Research Foundation, International Centre on Environmental Monitoring, Savona, Italy; 2. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy; 3. Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy; 4. National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy

paolo.fiorucci@cimafoundation.org

Climate change, coupled with economic and social changes (abandonment of agriculture, increasing of the wildland urban interface areas, development of tourism activities, etc.), could induce major changes to the present vegetation cover and an increasing vulnerability to natural disasters. Within the Project PROTERINA-C, one of the objectives is the assessment of these impacts on forest fire risk. To achieve this goal, and with the intent to make comparable assessments in three different Mediterranean regions partners of the project (Liguria, Corsica and Sardinia), a common methodology has been developed and implemented. In the first phase the definition of criteria for identifying homogeneous areas with reference to rural, urban and forestry aspects have been carried out. For example, for urban areas the criteria were based on the distance from the coastline, the elevation and the population density, while for rural areas also criteria concerning type of cultivation have been considered. In the second phase, a methodology for forest fire risk mapping, based on the statistical analysis of the homogeneous areas contained within the perimeters of the past burned areas, has been applied on the three considered regions. The risk map discriminates areas of frequent low intensity fires (pasture burning) from areas affected by fires relatively less frequent but characterized by very high intensity (crown fires), introducing the potential energy released in case of fire. In the last phase of the work, risk assessment has been focused on the interface areas with the considered vulnerable elements. Through this analysis the main features that mostly affect the local system with respect to forest fires have been identified and mapped. This research is part of the project PROTERINA C, funded by the EU under the Italy-France Maritime Programme, aiming at investigating the effects that climate change could have on the environment (fuels).

Keywords: homogeneous areas, vulnerability, potential energy, risk map

Il cambiamento climatico, associato ai cambiamenti socio-economici in atto (abbandono dell'agricoltura, accrescimento delle aree di interfaccia urbano forestale, sviluppo delle attività turistiche), potrebbe determinare importanti cambiamenti rispetto all'attuale copertura vegetale del suolo e quindi al rischio da incendi boschivi. Uno degli obiettivi del Progetto Proterina-C riguarda la valutazione di questi impatti da un punto di vista di analisi del rischio da incendi. A tal fine, e con l'intento di rendere confrontabili le valutazioni nelle tre differenti regioni partner del progetto (Liguria, Corsica e Sardegna), si è proceduto con lo sviluppo di una metodologia comune e condivisa. La prima parte del lavoro ha riguardato la definizione di criteri di identificazione di aree omogenee a carattere rurale, forestale e urbano. Per esempio, per le aree urbane i parametri individuati sono stati la distanza dalla costa, quota e densità abitativa, mentre per le aree a carattere rurale è stato aggiunto il parametro relativo alla tipologia di attività agricola prevalente tra olivicoltura, vigneto e attività agricola generica. Nella seconda parte del lavoro è stata sviluppata una metodologia per la caratterizzazione del rischio da incendi boschivi sulla base dell'analisi statistica delle caratteristiche fisiche delle aree percorse dal fuoco. Introducendo fra i parametri in analisi l'energia potenziale rilasciata dal fuoco, la mappa del rischio che si ottiene permette di discriminare aree con incendi frequenti di bassa intensità (incendi di pascolo) da aree soggette a incendi relativamente meno frequenti ma caratterizzati da un'intensità molto alta (incendi di chioma). Nell'ultima fase del lavoro, abbiamo focalizzato l'attenzione sulla valutazione del rischio nelle zone di interfaccia. Attraverso questa analisi e caratterizzazione è stato possibile comprendere quali siano le caratteristiche territoriali che maggiormente influenzano il regime degli incendi boschivi, e definire una metodologia per la mappatura del rischio a scala regionale. La presente ricerca fa parte del progetto Proterina-C, finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma Italia-Francia Marittimo, che ha per scopo lo studio degli effetti dei cambiamenti climatici sull'ambiente.

Le changement climatique, couplé aux changements économiques et sociaux (abandon de l'agriculture, augmentation des zones d'interface péri-urbaine, croissance des activités touristiques, etc.), pourrait induire des changements majeurs sur le plan de la couverture végétale actuelle et une vulnérabilité de plus en plus grande aux catastrophes naturelles. L'un des objectifs du projet PROTERINA-C est l'évaluation de cet impact sur le risque d'incendie de forêt. Pour atteindre cet objectif, une méthodologie

commune a été développée et mise en œuvre dans le but de faire des évaluations comparables dans trois différentes régions partenaires méditerranéennes du projet (Ligurie, Corse et Sardaigne). La première phase a été consacrée à la définition de critères permettant d'identifier des aires homogènes sur le plan des aspects ruraux, urbains et de foresterie. Par exemple, pour les zones urbaines, les critères étaient basés sur la distance de la côte, l'altitude et la densité de population, tandis que pour les zones rurales des critères concernant le type de culture ont été également considérés. La deuxième phase s'est employée à appliquer, dans les trois régions considérées, une méthodologie de cartographie des risques d'incendies de forêt, basée sur l'analyse statistique de zones homogènes à l'intérieur des périmètres des zones brûlées dans le passé. La carte du risque distingue entre les zones d'incendies fréquents de faible intensité (brûlage des pâturages) et les zones touchées par des incendies relativement moins fréquents, mais caractérisés par une très forte intensité (feux de cimes), avec l'introduction de l'énergie potentielle libérée en cas d'incendie. Au cours de la dernière phase du travail, l'évaluation des risques s'est concentrée sur les zones d'interface avec les éléments considérés comme vulnérables. Cette analyse a permis d'identifier et de cartographier les caractéristiques essentielles qui distinguent principalement le système local en ce qui concerne les incendies de forêt. Cette recherche fait partie du projet PROTERINA C, financé par l'Union européenne dans le cadre du programme Maritime Italie-France, visant à étudier les effets du changement climatique sur l'environnement.

Third Session

Climate and Fires

KN.2 - Weather, climate and wildland fire

Flannigan M.

*Canadian Forest Service and the University of Alberta,
Dept of Renewable Resources, Edmonton Alberta Canada T6G 2H1*

Mike.Flannigan@ualberta.ca

Wildland fire activity is strongly linked to weather and climate. There are four factors that influence wildland fire activity, namely, fuels, ignition agents, weather/climate and humans. Fuel moisture, type, distribution (vertically and horizontally) are important to fire ignition and spread. Humans and lightning are the primary causes for fire occurrence. Humans, also try to manage wildland fire and we also fragment the landscape with cities, roads and other land uses. Weather and climate including temperature, wind speed, atmospheric moisture, precipitation, solar radiation, upper atmospheric conditions (e.g., blocking ridges) and atmospheric and oceanic patterns/oscillations (ENSO, PDO, AMO etc.) influence wildland fire. Weather and climate alone may be the most important factor for wildland fire but weather and climate also influence fuel moisture and lightning activity two important aspects of some of the other key factors.

Keywords: weather, climate, climate change, wildland fire, fire occurrence, area burned

L'attività degli incendi in aree non coltivate è fortemente legata alle condizioni meteo e al clima. Ci sono quattro fattori che influenzano l'attività di tali incendi, in particolare: combustibili, agenti di innesco, tempo atmosferico/clima e uomini. L'umidità del combustibile, il tipo, la distribuzione (in verticale e in orizzontale) sono importanti per l'innesco e la propagazione dell'incendio. Gli uomini e i fulmini sono le cause principali per il verificarsi di incendi. Gli uomini, inoltre, tentano di gestire gli incendi in aree non coltivate, ma frammentano anche il paesaggio con città, strade e altri usi del territorio. Il tempo atmosferico e il clima, comprendenti la temperatura, la velocità del vento, l'umidità atmosferica, le precipitazioni, l'irradiazione solare, le condizioni negli strati superiori dell'atmosfera (per esempio, i 'promontori' di blocco) e i fenomeni tipici/oscillazioni dell'atmosfera e degli oceani (ENSO, PDO, AMO ecc.) influenzano gli incendi di aree boschive. Il tempo atmosferico e il clima da soli possono rappresentare il fattore più importante per tali incendi, ma essi influenzano anche l'umidità del combustibile e l'attività dei fulmini, due aspetti importanti di alcuni altri fattori chiave.

L'activité d'incendie est étroitement liée au climat et au temps. Il y a quatre facteurs qui influencent l'activité des incendies, notamment les combustibles, les agents d'inflammation, le climat/temps et les hommes. La teneur en eau du combustible, le type et la distribution (verticale ou horizontale) sont importants sur le plan de l'inflammation et de la propagation. Les hommes et les étincelles sont les causes principales d'incendie. Les hommes essaient également de gérer le feu de broussailles et nous divisons également le paysage en villes, routes et autres utilisations du sol. Le temps et le climat, y compris la température, la vitesse du vent, l'humidité atmosphérique, les précipitations, la radiation solaire, les conditions atmosphériques supérieures (par ex.: les crêtes verticales), ainsi que les caractéristiques/oscillations océaniques et atmosphériques (ENSO, PDO, AMO, etc.) influencent les feux de broussailles. Le climat et le temps seuls peuvent constituer le facteur le plus important des feux de broussailles, mais ils influencent également la teneur en eau du combustible et l'activité d'inflammation, deux aspects importants de plusieurs autres facteurs clés.

CF.I - Extreme events as represented by high resolution CMCC Climate Models at Global and Regional (Euro-Mediterranean) Scale

Scoccimarro E.¹, Gualdi S.^{1,2}, Bellucci A.², Sanna A.², Montesarchio M.^{2,3}, Bucchignani E.^{2,3}, Navarra A.^{1,2}

1. National Institute for Geophysics and Volcanology (INGV), Bologna, Italy; 2. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, ANS Division, Bologna, Italy; 3. CIRA - Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, Capua, Italy

scoccimarro@bo.ingv.it

One of the conclusions of the IPCC Fourth Assessment Report is that there are evidences that climate change affects the frequency, intensity, and length of many extreme events, such as floods, droughts, storms and extreme temperatures. At the same time, gradual and non-linear changes in ecosystems and natural resources further increase the consequences of extreme weather events. Climate extreme events are hard to study and even harder to predict because they are, by definition, rare and obey different statistical laws than averages. The availability of climate simulations (historical + sresAIB scenario) covering the period 1970-2100 from a global Coupled General Circulation Model (70 Km of atmospheric spatial resolution) and a Regional Climate Model (14 Km of spatial resolution) give the possibility to investigate three principal weather fields involved in extreme events conditions such as surface temperature, precipitation and wind velocity. For each of them the computation of several indicators has been done, at global and regional scale, on daily time basis over 4 seasons defined as December-February (DJF), March-May (MAM), June-August (JJA), September-November (SON). These indicators characterize each model grid point over the relative spatial model domain (global/regional). For each index we computed trend maps considering only grid points where the detected trend is statistically significant. Available trend maps are defined over five periods of 30 years: 1971-2000, 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100, and two periods of 65 years: 1971-2035 and 2036-2100.

Keywords: *extreme events, Global Coupled Model, Regional Climate Model, climate, temperature, precipitation, wind*

Una delle conclusioni della quarta relazione di valutazione dell'IPCC è che ci sono prove dell'influsso del cambiamento climatico sulla frequenza, intensità e durata di molti eventi estremi, come inondazioni, siccità, tempeste e temperature estreme. Allo stesso tempo, cambiamenti graduali e non lineari negli ecosistemi e nelle risorse naturali aumentano ulteriormente le conseguenze di eventi meteorologici estremi. Eventi climatici estremi sono difficili da studiare e ancora più difficili da prevedere perché sono, per definizione, rari e obbediscono a leggi statistiche diverse dalla media. La disponibilità di simulazioni climatiche (storiche + scenario sresAIB) per il periodo 1970-2100 provenienti da un modello di circolazione generale accoppiato globale (70 Km di risoluzione spaziale atmosferica) e da un modello climatico regionale (14 Km di risoluzione spaziale) danno la possibilità di indagare i tre principali campi climatici coinvolti in condizioni di eventi estremi come temperatura superficiale, precipitazioni e velocità del vento. Per ciascuno di essi il calcolo di diversi indicatori è stato fatto, su scala globale e regionale, su base temporale giornaliera per 4 stagioni, definite come dicembre-febbraio (DJF), marzo-maggio (MAM), giugno-agosto (JJA), settembre-novembre (SON). Questi indicatori caratterizzano ogni punto della griglia modello sul relativo dominio di modello spaziale (globale/regionale). Per ogni indice abbiamo calcolato mappe di tendenza, considerando solo i punti della griglia dove la tendenza rilevata è statisticamente rilevante. Le mappe disponibili dei trend sono definite per cinque periodi di 30 anni: 1971-2000, 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100, e due periodi di 65 anni: 1971-2035 e 2036-2100.

L'une des conclusions du Quatrième rapport d'évaluation IPCC est qu'il existe des preuves que le changement climatique affecte la fréquence, l'intensité et la durée de plusieurs événements extrêmes tels que les inondations, les sécheresses, les tempêtes et les températures extrêmes. Parallèlement, les changements non linéaires des écosystèmes et des ressources naturelles aggravent davantage les conséquences des événements climatiques extrêmes. Les événements climatiques extrêmes sont difficiles à étudier et encore plus difficiles à prévoir parce qu'ils sont rares et obéissent à des lois statistiques différentes des moyennes. La disponibilité des simulations climatiques (historique + scénario sresAIB) couvrant la période 1970-2100 d'un modèle de circulation général et global (70 km de résolution spatiale atmosphérique) et d'un modèle climatique régional (14 km de résolution spatiale) donne la possibilité de faire des recherches sur les principaux champs climatiques impliqués dans les conditions d'événements extrêmes telles que la température de surface, les précipitations et la vitesse du vent. Pour chacune d'elles, nous avons calculé plusieurs indicateurs, à l'échelle régionale et internationale, sur une base journalière pendant 4



saisons définies: décembre-février (DJF), mars-mai (MAM), juin-août (JJA), septembre-novembre (SON). Ces indicateurs caractérisent chaque point de la grille modèle du domaine du modèle spatial correspondant (global/régional). Pour chaque indice, nous avons calculé les cartes des tendances en considérant uniquement les points de la grille sur lesquels la tendance décelée est statistiquement pertinente. Les cartes des tendances disponibles sont définies sur cinq périodes de 30 ans (1971-2000, 1981-2010, 2011-2040, 2041-2070, 2071-2100) et deux périodes de 65 ans (1971-2035 et 2036-2100).

CF.2 - The weather circulation analysis over Croatia during forest fire seasons 1981-2010

Mokoric M., Kalin L.

Meteorological and Hydrological Service of Croatia, Gric 3, Zagreb

mokoric@cirus.dhz.hr, kalin@cirus.dhz.hr

The most frequent natural hazards on Adriatic region of Croatia are forest fires. They strongly depend upon weather conditions such as drought and warm periods, which are connected with weather types and atmospheric circulation. In Croatia, a large number of forest fires appeared in period 2001-2010. They occurred not only on the coast, but for the first time in the mountain region. Furthermore, since 2005 the most dangerous fires appeared at the end of August and first part of September, when the extreme fires are not common. In order to find a possible explanation of such behaviour, an analysis of the upper atmosphere circulation was done for period 1981-2010. The atmospheric circulation. The most frequent synoptic situation over Adriatic coast from June to September is the radiative weather type, connected with lack of precipitation and high air temperature. There are seven main atmospheric circulations patterns: upper atmospheric ridge, non-gradient field, front side of the ridge, upper through, back side of the upper through or north-west stream, west-stream, front side of upper through or south-west stream. First three types are connected with relatively dry and warm weather, which could be connected with greater number of forest fires. North-west stream brings cold air with local showers or thunderstorms. West stream is characterized by moderate temperatures and precipitation amount, while south-west stream and upper through usually cause more precipitation. The analysis is done for Adriatic coast for period 1981-2010 for June, July, August and September. Charts of mean monthly circulation AT 500 hPa on the Northern hemisphere (Deutsche Wetterdienst) were used. The weather pattern typing is done manually. Results and Conclusion. Most often situations are north-west and west stream with relative frequency about 25%, the same as non-gradient field and the upper ridge (although the upper ridge is most often in July and August, and very rare - with only one case - in September). Frequency of upper through is about 15%, mostly in September. The southwest stream, which brings more rain, has the frequency 6%, and is most frequent in September. This distribution of weather circulation pattern is expected. The further analysis showed that in June the non-gradient field and upper ridge mean monthly circulation has appeared since 1991. In July the distribution of mean monthly weather pattern is dispersed. The west and north-west stream were most frequent in August, the west stream particularly in the first decade. Finally, in September the most often types are north-west stream and upper through. However, in last five years, since 2005, non-gradient field also appeared, characterized by less precipitation. To summarize, these possible changes of circulation in the last decade can be connected to more frequent weather conditions associated with high forest fire risk, particularly in June and September. This hypothesis matches well with the fire managers' experience.

Keywords: forest fires, atmospheric circulation, weather types

I pericoli naturali più frequenti nella regione adriatica della Croazia sono gli incendi boschivi. Dipendono fortemente dalle condizioni atmosferiche, come siccità e periodi caldi, che sono collegate ai tipi di clima e alla circolazione atmosferica. In Croazia, si sono verificati un gran numero di incendi boschivi nel periodo 2001-2010 non solo sulla costa, ma, per la prima volta, anche nella regione montuosa. Inoltre, dal 2005 gli incendi più pericolosi sono comparsi a fine agosto e primi di settembre, quando gli incendi estremi non sono comuni. Per trovare una possibile spiegazione a tale comportamento, è stata fatta un'analisi della circolazione atmosferica superiore per il periodo 1981-2010. La circolazione atmosferica. La situazione sinottica più frequente sulla costa adriatica da giugno a settembre è il tipo di clima radiativo, connesso alla mancanza di precipitazioni e alla temperatura elevata dell'aria. Ci sono sette modelli principali di circolazione atmosferica: promontorio atmosferico superiore, campo di non-gradiente, parte anteriore del promontorio, saccatura superiore, parte posteriore della saccatura superiore o corrente nord-occidentale, corrente occidentale, parte anteriore della saccatura superiore o corrente sud-occidentale. I primi tre tipi sono collegati a un clima relativamente secco e caldo, che potrebbe essere a sua volta collegato a un maggior numero di incendi boschivi. La corrente nord-occidentale porta aria fredda con rovesci locali o temporali. La corrente occidentale è caratterizzata da temperature e quantità di precipitazioni moderate, mentre la corrente sud-occidentale e la saccatura superiore di solito portano maggiori precipitazioni. L'analisi è stata eseguita per la costa adriatica nel periodo 1981-2010 nei mesi di giugno, luglio, agosto e settembre. Sono stati utilizzati i grafici della circolazione media mensile AT 500 hPa nell'emisfero settentrionale (Deutsche Wetterdienst). La classificazione del modello climatico è stata eseguita manualmente. Risultati e conclusioni. In gran parte dei casi si tratta di correnti nord-occidentali e occidentali con relativa frequenza di circa il 25%, la stessa del campo di non-gradiente e del promontorio superiore (sebbene il promontorio superiore sia più frequente a luglio e agosto, e molto raro, con un solo caso, nel mese di settembre). La frequenza della saccatura superiore è di circa il

15%, soprattutto nel mese di settembre. La corrente sud-occidentale, che porta più pioggia, ha una frequenza del 6% ed è più frequente nel mese di settembre. È prevista questa distribuzione del modello di circolazione meteorologica. L'ulteriore analisi ha dimostrato che nel mese di giugno, dal 1991, è comparsa la circolazione media mensile del campo di non-gradiente e del promontorio superiore. Nel mese di luglio la distribuzione del modello climatico mensile medio si è dispersa. La corrente occidentale e nord-occidentale è stata più frequente ad agosto, la corrente occidentale in particolare nei primi dieci giorni. Infine, nel mese di settembre i tipi più frequenti sono la corrente nord-occidentale e la saccatura superiore. Tuttavia, negli ultimi cinque anni, dal 2005, è comparso anche il campo di non-gradiente, caratterizzato da minori precipitazioni. Per riassumere: questi possibili cambiamenti della circolazione dell'ultimo decennio possono essere collegati a condizioni meteorologiche più frequenti associate a un rischio elevato d'incendi, in particolare a giugno e settembre. Quest'ipotesi combacia con l'esperienza dei manager dell'antincendio.

Les dangers les plus fréquents dans la région Adriatique de la Croatie sont les incendies de forêt. Ils dépendent fortement des conditions climatiques telles que les périodes de sécheresse et de chaleur, qui ont un lien avec les types de climat et la circulation atmosphérique. En Croatie, un grand nombre d'incendies de forêt ont eu lieu en 2001-2010. Non seulement ils ont eu lieu sur la côte, mais aussi, pour la première fois, dans la région montagneuse. De plus, depuis 2005, les incendies les plus dangereux ont eu lieu fin août et début septembre lorsque les incendies extrêmes ne sont pas ordinaires. Pour trouver une explication possible à ce comportement, une analyse de la circulation atmosphérique supérieure a été faite pour la période 1981-2010. La situation synoptique la plus fréquente sur la côte Adriatique de juin à septembre est le type de climat radiatif lié au manque de précipitation et à la forte température d'air. Il existe sept modèles principaux de circulation atmosphérique: la crête de la haute atmosphère, le champ non gradient, le front de la crête, le creux supérieur, le côté arrière du creux supérieur ou courant nord-ouest, le courant est, le front du creux supérieur ou courant sud-ouest. Les trois premiers types ont un lien avec un climat relativement sec et chaud qui peut être relié au plus grand nombre d'incendies de forêt. Le courant nord-ouest apporte de l'air frais avec des pluies locales ou des orages. Le courant ouest se caractérise par les températures et des volumes de précipitation modérés, tandis que le courant sud-ouest et le creux supérieur entraînent généralement plus de précipitations. L'analyse a porté sur la côte Adriatique pendant la période 1981-2010, pour les mois de juin, juillet, août et septembre. Nous avons utilisé les diagrammes de circulation mensuelle AT 500 hPa sur l'hémisphère nord (Deutsche Wetterdienst). La saisie du modèle de climat est faite manuellement. Résultats et conclusion. La plupart du temps, les situations sont un courant nord-ouest et ouest avec une fréquence relative d'environ 25%, la même que celle du champ non gradient et de la crête supérieure (bien que la crête supérieure se produit le plus souvent en juillet et août et très rarement, avec seulement un cas, en septembre). Le creux supérieur est d'environ 15% et a lieu le plus souvent en septembre. Le courant sud-ouest, qui apporte plus de pluie, a une fréquence de 6% et il se produit davantage en septembre. Cette distribution du profil de la circulation météorologique est attendue. Une analyse plus poussée a montré qu'au mois de juin, le champ non gradient et la circulation mensuelle moyenne de la crête supérieure sont apparus depuis 1991. Au mois de juillet, la distribution du profil météorologique mensuel moyen est dispersée. Les courants ouest et nord-ouest ont été les plus fréquents en août, le courant ouest en particulier dans la première décennie. Enfin, les types les plus fréquents de septembre sont le courant nord-ouest et le creux supérieur. Cependant, au cours des cinq dernières années, c'est-à-dire depuis 2005, le champ non gradient, caractérisé par des précipitations moins abondantes, est également apparu. Pour nous résumer, ces changements possibles de la circulation dans la dernière décennie peuvent être reliés à des conditions météorologiques plus fréquentes, associées à un risque élevé d'incendie, surtout aux mois de juin et septembre. Cette hypothèse correspond bien à l'expérience des gestionnaires du feu.

CF.3 - Assessing fuels treatments in southern California National Forests and WUI in the context of climate change

Brown T.J.¹, Kolden C.A.², Abatzoglou J.T.³

1. Desert Research Institute, 2215 Raggio Parkway, Reno, NV 89512 USA; 2. University of Idaho, P.O. Box 44302, Moscow, ID 83844 USA; 3. University of Idaho, P.O. Box 44302, Moscow, ID 83844 USA

tim.brown@dri.edu, ckolden@gmail.com, jabatzoglou@uidaho.edu

One of the key uncertainties in fuels treatments is their longevity under a changing climate. In 2007, southern California experienced one of the most severe fire seasons to date due to record low fuel moistures early in the fire season (culminating in the 2-month Zaca fire) and historic Santa Ana winds late in the season (resulting in several large late October fires). 2007 was one of several years in the last decade (including 2003, 2006, 2007, and 2009) when large (>40,000 ha) fires burned across Southern California, and climate change projections for the region suggest that these extreme conditions will be observed with increasingly greater frequency over the next half century. Southern California has one of the largest Wildland Urban Interface problems in the country, and its extent of WUI is projected to increase significantly over the next 50 years. Fuels treatments are particularly important in mitigating wildland fire risk in WUI areas when extreme fire conditions occur. However, fuels treatments are traditionally designed to withstand historic fire weather conditions, not future conditions, which makes their effectiveness uncertain in the future. This paper addresses the uncertainties of projected climate change and its impacts on fuel treatments through studies of six diverse fuels treatments spread across three southern California National Forests. It utilizes downscaled future climate scenarios for 50 RAWS across southern California to test the effectiveness of existing National Forest fuels treatments under future scenarios and identify thresholds for future fuels treatment effectiveness. It also presents guidelines and tools for incorporating future climate and fire weather scenarios into fuels treatment development. While this project is focused on southern California, the protocols developed can be generalized and applied over a broad spectrum of ecoregions so that fuels managers can address the impacts of climate change in fuels treatment implementation and retreatment.

Keywords: *Fuels treatments, climate change, WUI*

Una delle incertezze più rilevanti nei trattamenti del combustibile è la loro longevità in un clima in via di cambiamento. Nel 2007, la California del sud ha avuto una delle più gravi stagioni degli incendi fino ad oggi a causa del basso livello record di umidità del combustibile, all'inizio della stagione (che è culminata nell'incendio di Zaca durato due mesi) e degli storici venti di Santa Ana alla fine della stagione (che hanno provocato diversi grandi incendi alla fine di Ottobre). Il 2007 è stato uno dei diversi anni dell'ultimo decennio (compreso il 2003, 2006, 2007 e 2009) quando dei vasti incendi (>40,000 ha) sono divampati in tutta la California meridionale; e le proiezioni del cambiamento climatico della regione suggeriscono che tali condizioni estreme perdureranno sempre più di frequente nel prossimo mezzo secolo. La California del sud ha uno dei problemi più gravi del paese relativi all'interfaccia urbano-rurale, e si prevede che la sua estensione aumenti notevolmente nei prossimi 50 anni. I trattamenti dei combustibili sono particolarmente importanti nel mitigare il rischio di incendio in aree non coltivate quando si verificano condizioni estreme. Tuttavia, tali trattamenti sono di solito intesi per funzionare nelle tradizionali condizioni meteo rispetto agli incendi, non nelle condizioni future, il che rende incerta la loro efficacia. Questa relazione affronta le incertezze dei cambiamenti climatici previsti e il loro impatto sui trattamenti dei combustibili attraverso gli studi di sei diversi trattamenti adottati nelle tre foreste demaniali della California del sud. Utilizza gli scenari climatici del futuro a scala ridotta per 50 Stazioni Meteo Automatizzate (RAWS) nella California del sud per sperimentare l'efficacia dei trattamenti di combustibili esistenti nella Foresta Demaniale in scenari futuribili e individuare delle soglie di efficacia per il trattamento di combustibili nel futuro. Presenta anche delle linee guida e degli strumenti per prendere in esame il clima futuro e gli scenari meteo favorevoli agli incendi nello sviluppo dei trattamenti dei combustibili. Benché questo progetto si concentri sulla California del sud, i protocolli sviluppati possono essere adottati in modo generalizzato e applicati su un ampio spettro di ecoregioni, così che i responsabili della gestione dei combustibili possano affrontare gli impatti del cambiamento climatico nell'attuazione di trattamenti e ritrattamenti.

L'une des incertitudes clés dans les traitements de combustibles est leur longévité sous un climat changeant. En 2007, la Californie du Sud a connu l'une des saisons d'incendie les plus rudes jusqu'à ce jour du fait de basses teneurs en eau du combustible en début de saison d'incendies (culminant dans les 2 mois d'incendie de Zaca) et les vents historiques Santa Ana



en fin de saison (résultant en plusieurs grands incendies fin octobre). L'année 2007 a été l'une des nombreuses années de la dernière décennie (y compris 2003, 2006, 2007 et 2009) au cours de laquelle les grands incendies (>40,000 ha) ont brûlé en Californie du Sud et les prévisions de changement climatique de la région suggèrent que ces conditions extrêmes sont envisagées avec une fréquence de plus en plus grande pour la prochaine moitié du siècle. La Californie du Sud connaît l'un des plus grands problèmes d'interface péri-urbaine du pays et il est prévu une augmentation considérable de la portée de sa WUI pendant les 50 prochaines années. Les traitements du combustible sont particulièrement importants pour la mitigation du risque d'incendie dans les zones WUI en cas de conditions d'incendie extrêmes. Cependant, les traitements du combustible sont traditionnellement conçus pour supporter les conditions climatiques d'incendie historique, et non les conditions futures, ce qui rend leur efficacité incertaine dans le futur. Cet article traite des incertitudes du changement climatique prévu et son impact sur le traitement du combustible à travers les études de six différents traitements du combustible, répandus dans les forêts nationales de la Californie du Sud. Elle utilise les scénarios échelonnés de climat futur pour 50 RAWs en Californie du Sud pour tester l'efficacité des traitements existants du combustible sur la forêt nationale dans des scénarios futurs et afin d'identifier les seuils d'efficacité des traitements futurs du combustible. Elle présente également les directives et les outils d'intégration du climat et des scénarios météorologiques d'incendie futurs dans le développement du traitement du combustible. Bien que ce projet se focalise sur la Californie du Sud, les protocoles développés peuvent être généralisés et appliqués à un large spectre d'écorégions de sorte que les gestionnaires du combustible peuvent traiter les impacts du changement climatique dans la mise en œuvre du traitement et retraitement du combustible.

CF.4 - Simulating effects of climate changes, land use, and land management on vegetation, fuels, and wildfire risk in the wildland urban interface and beyond, Northern Rocky Mountains, USA

Loehman R., Keane R., Silverstein R.

USDA Forest Service Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory, Missoula, MT, USA

raloehman@fs.fed.us, rkeane@fs.fed.us, rsilverstein@fs.fed.us

We assessed effects of potential future climate regimes and land use/land management scenarios on vegetation and fuels patterns and wildfire risk in a complex, forested landscape in the northern Rocky Mountains, USA. We used the mechanistic ecosystem process model FireBGCv2 to simulate climate-vegetation interactions over 10-year subperiods for 50-year simulations under current, warm/wet, and hot/dry climate conditions and for a range of land use/land management scenarios including low to high economic growth and management intensity. We then used the large-fire simulation system FSim to simulate the occurrence and growth of wildfires in our study landscape to estimate average burn probabilities and fire size distributions. Our results showed that climate regime, even during the relatively short simulation duration of 50 years, influenced vegetation composition and landscape structure, and that the resulting spatial fuels distributions influenced probability of wildfire occurrence and wildfire characteristics such as flame length. Management intensity, via fuels treatments, modified wildfire risk and fire effects at local scales, although we did not observe significant treatment effects at locations distant to the stands in which these treatments were implemented. Altered patterns of wildfire risk resulting from changes in the biophysical and social environment have the potential to increase the vulnerability of human systems to natural hazards, particularly as residential development expands into wildland areas. Balancing the social costs of wildfires are the significant ecological benefits, as wildfire is an essential natural process that stimulates vegetative growth, enhances biodiversity, and sustains ecosystem health, particularly in the fire-prone ecosystems of the western United States. Our modeling approach explicitly accounted for complex socio-ecological interactions among climate changes, land use change, economic growth, land use policy, expansion of residential development into wildland areas, and wildfire risk in the wildland urban interface and beyond. This modeling approach may be useful for optimal wildfire-related decision-making under alternative climate change and economic/demographic futures.

Keywords: climate change, simulation, ecosystem, wildfire, wildland urban interface, vegetation, fuels

Abbiamo valutato gli effetti dei potenziali regimi climatici futuri e degli scenari di gestione e utilizzo del territorio sulla vegetazione e sui modelli di combustibile e il rischio di incendi boschivi in un paesaggio complesso e boscoso delle Montagne Rocciose settentrionali, negli USA. Abbiamo utilizzato il modello meccanicistico di processi di ecosistemi FireBGCv2 per simulare le interazioni clima-vegetazione in sotto-periodi di oltre 10 anni per le simulazioni di 50 anni in condizioni climatiche correnti, calde/umide e calde/secche e per una serie di scenari di gestione e utilizzo del territorio, inclusa una crescita economica e un'intensità di gestione da bassa ad alta. Abbiamo poi utilizzato il sistema di simulazione di grandi incendi FSim per simulare il verificarsi e la crescita di incendi nel paesaggio osservato per stimare la probabilità media di incendi e la loro distribuzione per dimensione. I nostri risultati hanno dimostrato che il regime climatico, anche durante il periodo di simulazione relativamente breve di 50 anni, ha influenzato la composizione della vegetazione e la struttura del paesaggio, e che la conseguente distribuzione nello spazio dei combustibili ha influenzato la probabilità di insorgenza degli incendi e delle loro caratteristiche come l'altezza di fiamma. La gestione dell'intensità, attraverso il trattamento dei combustibili, ha modificato il rischio di incendi boschivi e gli effetti del fuoco su scala locale, anche se non abbiamo osservato effetti rilevanti dei trattamenti in luoghi distanti dai boschi nei quali sono stati realizzati questi trattamenti. Modelli alterati di rischio d'incendio derivanti da cambiamenti nell'ambiente sociale e biofisico hanno il potenziale di aumentare la vulnerabilità dei sistemi umani ai rischi naturali, in particolare nei casi di espansione dello sviluppo residenziale in aree boschive. Valutare i costi sociali degli incendi presenta significativi vantaggi ecologici, perché gli incendi sono un processo naturale essenziale che stimola la crescita vegetativa, migliora la biodiversità e contribuisce alla salute dell'ecosistema, particolarmente negli ecosistemi soggetti a incendi degli Stati Uniti occidentali. Il nostro approccio di modellazione ha esplicitamente tenuto conto delle complesse interazioni socio-ecologiche tra cambiamenti climatici, modifiche nell'utilizzo del territorio, crescita economica, politica di pianificazione territoriale, espansione dello sviluppo residenziale in aree boschive e rischio di incendi nell'interfaccia urbano-rurale e oltre. Quest'approccio di modellazione può essere utile per un processo decisionale ottimale legato agli incendi boschivi in scenari alternativi futuri di cambiamenti climatici ed economico/demografici.

Nous avons évalué les effets des régimes climatiques potentiels et des scénarios d'utilisation/gestion des sols sur la végétation et les modèles de combustibles, ainsi que le risque d'incendie dans un paysage forestier complexe dans les Northern Rocky Mountains (États-Unis). Nous avons utilisé le modèle de traitement de l'écosystème mécanistique FireBGCv2 pour simuler les interactions climat/végétation sur des sous-périodes de 10 ans pour des simulations sur 50 ans dans des conditions de climat actuel, chaud/humide et chaud/sec, ainsi que pour une gamme de scénarios d'utilisation/gestion des sols comprenant une croissance économique et une intensité de gestion de basse à forte. Nous avons ensuite utilisé le système de simulation des grand incendies FSim pour simuler l'apparition et la croissance des incendies dans le paysage étudié afin d'estimer les probabilités moyennes et les distributions de la taille des incendies. Nos résultats ont montré que le régime climatique, même pendant la durée de simulation relativement courte de 50 ans, influence la composition de la végétation et la structure du paysage, et que les distributions spatiales des combustibles résultants influencent la probabilité de l'apparition et des caractéristiques des incendies, comme la longueur de la flamme. L'intensité de la gestion, avec les traitements de combustibles, modifie le risque et les effets d'incendie aux échelles locales, bien que nous n'ayons pas observé d'effets de traitement importants aux endroits distants des lieux dans lesquels ces traitements ont été mis en œuvre. Les modèles altérés de risque d'incendie résultant des changements de l'environnement social et biophysique ont la capacité d'augmenter la vulnérabilité des systèmes humains aux dangers naturels, notamment lorsque le développement urbain touche des zones forestières. L'équilibre des coûts sociaux des incendies constitue un avantage écologique important parce que l'incendie est un processus naturel essentiel qui stimule la croissance végétative, améliore la biodiversité, la santé de l'écosystème notamment dans les écosystèmes propices à l'incendie à l'ouest des États-Unis. Notre approche théorique explique les interactions socioécologiques complexes entre les changements climatiques, le changement d'utilisation du sol, la croissance, la politique d'utilisation du sol, l'expansion du développement urbain dans les zones de friches et le risque d'incendie dans l'interface péri-urbaine et au-delà. L'approche théorique peut s'avérer utile pour la prise de décision liée aux incendies dans le changement climatique alternatif et l'avenir démographique/économique.

CF.5 - Climate projection for the Mediterranean and implications for the forest fire risk (with a stress on Sardinia)

Dubrovski M.¹, Duce P.², Arca B.², Pellizzaro G.²

1. Institute of Atmospheric Physics ASCR, Prague, Czech Republic; 2. National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy

dub@ufa.cas.cz, P.Duce@ibimet.cnr.it; B.Arca@ibimet.cnr.it; G.Pellizzaro@ibimet.cnr.it

Future climate projections are commonly based on Global Climate Models (GCMs). As the GCMs do not realistically represent the site specific climate, the GCM output must be downscaled (in space and time) to prepare weather/climate data for the climate change (CC) impact studies. One of the available downscaling methods is based on a weather generator (WG), whose parameters are derived from the present climate observational weather series and then modified according to the GCM based CC scenario. To account for uncertainties in the future climate projection, we employ multiple scenarios which represent uncertainties related to emission scenarios, climate sensitivity and choice of GCM. The CC scenarios are derived using the pattern scaling method, in which the scenario for a specific future is defined as a product of change in global mean temperature (estimated by simple climate model MAGICC for several combinations of climate sensitivity factor and emission scenario) and standardised scenario (= changes related to 1K rise in global temperature, which are derived from individual GCM simulations). The presentation will consist of two parts: (1) Construction of multi-GCM CC scenarios for the Mediterranean (with a stress on Sardinia). We will (i) present maps showing the probabilistic (based on all GCMs included in IPCC-AR4 dataset) projection of temperature, precipitation and PDSI index, and (ii) discuss options for choosing a representative subset of GCMs from all available GCMs. (iii) In addition to commonly used climatic parameters (changes in monthly means of temperature and precipitation), the scenarios will include changes of climatic characteristics, which affect high frequency variability, e.g. changes in probability of wet day occurrence and variability of daily values. (iv) The M&Rfi weather generator, whose parameters are modified according to the above scenarios, will be used to estimate changes in "advanced" climatic characteristics with a stress on extremes (including changes in extreme temperature and precipitation, and changes in lengths of wet/dry/hot/cold spells). (2) Assessment of possible impacts of climate change on wildland fire risk. The main weather parameters affecting the wildland fire occurrence and propagation (air temperature, air relative humidity, wind speed, and precipitations) will be used to calculate the Fire Weather Index (FWI) on annual and seasonal basis. Finally, the possible implications of the projected changes in climate on the forest fire risk will be analyzed at local and regional scale. Acknowledgements: The contribution brings outputs of the PRASCE project (project IAA300420806 funded by the Grant Agency of ASCR), CNR-ASCR bilateral project, and the Proterina C project (co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF) under the Italy-France Maritime).

Keywords: climate change scenario, Mediterranean, Sardinia, GCM, weather generator, drought, wildland fire risk, Fire Weather Index

Le proiezioni sul clima futuro sono comunemente realizzate mediante l'uso di Global Climate Models (GCMs). Poiché i GCMs non forniscono una rappresentazione del clima reale di ogni specifico sito, per produrre dati meteo-climatici da destinare a studi di impatto dei cambiamenti climatici è necessario sottoporre i dati forniti dal GCM a tecniche di downscaling spaziale e temporale. In particolare, fra i diversi metodi di downscaling disponibili, quelli basati sui weather generator (WG) consentono di derivare i parametri dalle serie meteorologiche osservate nel clima presente che vengono successivamente modificate in funzione dei dati forniti dai GCMs basati sugli scenari di cambiamento climatico (CC). Per tenere conto dell'incertezza nella previsione del clima futuro sono utilizzati differenti scenari che rappresentano l'incertezza legata agli scenari di emissione, alla sensibilità climatica e alla scelta del GCM. Gli scenari di CC sono derivati mediante il metodo del pattern scaling, in cui lo scenario per un determinato futuro è definito come il prodotto fra il cambiamento della temperatura globale media (stimato attraverso il modello climatico MAGICC per diverse combinazioni di fattori di sensibilità climatica e di scenari di emissione) e lo scenario standardizzato (cioè i cambiamenti relativi all'aumento di 1 K della temperatura globale derivati dalle simulazioni dei singoli GCM). Il presente lavoro sarà organizzato in due parti: (1) Costruzione di scenari multipli per il bacino del Mediterraneo (con particolare riferimento alla Sardegna). Saranno illustrate delle mappe (basate su tutti i GCMs inclusi nel dataset IPCC-AR4) che rappresentano una proiezione probabilistica di temperatura, precipitazione e dell'indice PDSI. Saranno inoltre discusse le diverse opzioni per la scelta di un subset rappresentativo di GCMs da tutti i GCMs disponibili. Oltre ai comuni parametri climatici (cambiamenti delle medie mensili di temperatura e precipitazione), gli scenari includeranno i cambiamenti delle caratteristiche del clima che influiscono sulla

variabilità ad alta frequenza quali variazione nella probabilità di occorrenza di giornate piovose e variabilità dei valori a scala giornaliera. Per stimare i cambiamenti delle caratteristiche climatiche “avanzate” con particolare riferimento agli estremi sarà utilizzato il weather generator M&Rfi in cui i parametri vengono modificati in funzione degli scenari citati in precedenza. (2) Possibile impatto dei cambiamenti climatici sul rischio di incendi boschivi. Le principali variabili meteorologiche che influiscono sull'insorgenza e propagazione dell'incendio (temperatura e umidità relativa dell'aria, velocità del vento e precipitazioni) saranno utilizzate per calcolare il Fire Weather Index (FWI) su base annuale e stagionale. Infine, le possibili implicazioni legate ai cambiamenti climatici previsti sul rischio di incendio saranno analizzati a scala locale e regionale.

Les projections du climat futur sont généralement basées sur des Modèles généraux de climat (GCMs). Puisque les GCM ne représentent pas de façon réaliste le climat spécifique d'un site, le produit du GCM doit être mis à l'échelle (dans l'espace et dans le temps) afin de préparer les données météorologiques/climatiques pour des études d'impact du changement de climat (CC). L'une des méthodes disponibles de mise à l'échelle se base sur un générateur climatique (WG) dont les paramètres sont dérivés de la série d'observations du climat actuel et ensuite modifiés selon le scénario CC basé sur les GCM. Pour prendre en compte les incertitudes dans la projection du climat futur, nous utilisons de multiples scénarios représentant les incertitudes liées aux scénarios d'émission, la sensibilité et le choix du GCM. Les scénarios CC sont dérivés en utilisant la méthode d'échelonnement de modèle dans laquelle le scénario d'un futur spécifique est défini comme produit du changement de la température moyenne générale (estimée à l'aide d'un modèle de climat simple MAGICC pour plusieurs combinaisons de facteur de sensibilité climatique et de scénario d'émission) et comme scénario standardisé (= changements liés à l'augmentation IK dans la température générale dérivée des simulations GCM individuelles). La présentation sera faite en deux parties: (I) Construction de scénarios multi-GCM CC pour la Méditerranée (avec un accent sur la Sardaigne). Nous (i) présenterons les cartes montrant la projection probabiliste de la température (sur la base de tous les GCM y compris l'ensemble de données IPCC-AR4), la précipitation et l'indice PDSI, et (ii) nous examinerons les options de choix d'un sous-ensemble représentatif de GCM parmi tous les GCM disponibles. (iii) Outre les paramètres climatiques communément utilisés (changements des moyennes mensuelles de température et de précipitations), les scénarios comprendront les changements de caractéristiques climatiques qui influent sur la variabilité à haute fréquence, par ex.: changement de la probabilité du nombre de jours humides et variabilité des valeurs quotidiennes. (iv) Le générateur climatique M&Rfi, dont les paramètres ont été modifiés selon les scénarios ci-dessus, sera utilisé pour estimer les changements dans les caractéristiques climatiques « avancées » avec un accent sur les extrêmes (y compris les changements dans les températures extrêmes et précipitations, et les changements dans la longueur des périodes d'humidité/sécheresse/chaud/froid). (2) L'évaluation des impacts possibles du changement climatique sur le risque du feu de broussailles. Les principaux paramètres climatiques affectant l'apparition et la propagation d'un feu de broussailles (température de l'air, humidité relative de l'air, vitesse du vent et précipitations) seront utilisés pour calculer l'indice climatique d'incendie (FWI) sur une base annuelle et saisonnière. Enfin, les possibles implications des changements projetés dans le climat sur le risque d'incendie de forêt seront analysées sur une échelle locale et régionale.

CF.6 - Climate effect on forest fire static risk assessment

Cossu Q.A.¹, Fiorucci P.², Gaetani F.², Bodini A.³, Entrade E.³, Parodi U.⁴

1. Environmental Protection Agency of Sardinia (ARPAS), via Rockefeller 58-60, 07100 Sassari, Italy; 2. CIMA Research Foundation. International Centre on Environmental Monitoring, University Campus Armando Magliotto 2, 17100 Savona, Italy; 3. Institute of Applied Mathematics and Information Technology, via Bassini 15, 20133 Milano, Italy; 4. Regione Liguria, Civil Protection and Emergency Department, Viale Brigate Partigiane 2, 16121 Genova, Italy

qacossu@arpa.sardegna.it, paolo.fiorucci@cimafoundation.org, antonella.bodini@mi.imati.cnr.it, Ulderica.Parodi@regione.liguria.it

This research is part of the project PROTERINA-C, funded by the EU under the Italy-France Maritime Programme, aiming at investigating the effects that climate change could have on the environment (fuels) and, in turn, on wildfire risk in Sardegna, Liguria and Corsica. A statistical GIS analysis aiming to define the effect of climate on fire regime is presented. This study is limited to Liguria and Sardinia because of the available data for Corsica was not sufficient for the whole analysis. Liguria and Sardinia are characterized by high variability in annual fire occurrence and burned area reflecting the high variability of climate, land cover and topography in these two regions. Liguria is affected by forest fires both in summer and winter, while Sardinia is affected by the fire phenomenon only in summer. In both the regions, the number of fires shows a negative trend as well as the burned area. However, in Sardinia the fire seasons of 2007 and 2009 registered high burned area related to a limited number of fires. In both the considered fire summer seasons most of the burned area was related with extremely dry and windy meteorological conditions concentrated in few days of the year (less than a week). The same meteorological conditions were not observed in Liguria. Altogether, the trend in forest fire regime seems to be opposite to the quite spread assumption that rising temperature lead to an increase of forest fires. However, Flannigan et al. (2000) point out that “the universality of these results is questionable because an individual fire is a result of the complex set of interactions that include ignition agents, fuel conditions, topography and weather including temperature, relative humidity, wind velocity and the amount and frequency of precipitation. Increasing temperature alone does not necessarily guarantee greater fire disturbance.” In this study, we try to go beyond the simple analysis of statistical data related with the number of fires and the total burned area which can be misleading in the context of climate change: we studied the relationship among climate as represented by suitable indices, land cover and fire regime. The obtained results seem to agree with Flannigan and co-authors.

Keywords: Climatic change, static risk, fire regime

Questa ricerca fa parte del progetto PROTERINA-C, finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma Italia-Francia “Marittimo”, che si propone di indagare sugli effetti che il cambiamento climatico potrebbe avere sull'ambiente (combustibili) e, a sua volta, sul rischio di incendio in Sardegna, Liguria e Corsica. Si presenta un'analisi statistica basata su tecniche GIS finalizzata alla definizione dell'effetto del clima sul regime degli incendi. Lo studio è limitato alla Sardegna ed alla Liguria perché i dati disponibili per la Corsica non sono stati sufficienti per un'analisi approfondita. La Liguria e la Sardegna sono caratterizzate da un'alta variabilità sia nel numero annuo di incendi sia nell'ampiezza delle aree bruciate che riflette l'alta variabilità del clima, della copertura vegetale e della topografia delle due regioni. In Liguria il fenomeno si presenta sia in estate sia in inverno, mentre in Sardegna solamente d'estate. In entrambe le regioni, sia il numero di incendi sia l'ampiezza delle aree bruciate mostrano un andamento decrescente negli anni. In Sardegna, tuttavia, nel 2007 e nel 2009 l'ampiezza delle aree bruciate è stata particolarmente elevata a fronte di un numero limitato di incendi. In tutti e due gli anni si sono avute condizioni meteorologiche particolarmente asciutte e ventose concentrate in pochi giorni (meno di una settimana). Le stesse condizioni meteorologiche non hanno, tuttavia, interessato la Liguria, malgrado la relativa vicinanza tra le due regioni. Gli andamenti decrescenti ora citati sembrano, complessivamente, smentire l'assunzione, piuttosto diffusa, che l'aumento delle temperature porterà ad un aumento degli incendi forestali. In effetti, Flannigan et al. (2000) sostengono che “the universality of these results is questionable because an individual fire is a result of the complex set of interactions that include ignition agents, fuel conditions, topography and weather including temperature, relative humidity, wind velocity and the amount and frequency of precipitation. Increasing temperature alone does not necessarily guarantee greater fire disturbance.” In questo studio si è tentato di andare oltre la semplice analisi del numero di incendi e dell'area totale bruciata studiando le relazioni tra il clima, rappresentato tramite indici opportuni, le caratteristiche della copertura vegetale ed il regime degli incendi. I risultati ottenuti sembrano in accordo con la tesi di Flannigan e dei suoi co-autori.

Cette recherche fait partie du projet PROTERINA-C financé par l'UE dans le cadre du Programme maritime Italie-France visant à étudier les effets du changement climatique sur l'environnement (combustibles), et partant, sur le risque d'incendie en Sardaigne, Ligurie et Corse. Une analyse statistique GIS visant à définir l'effet du climat sur le régime d'incendie est présentée. Cette étude se limite à la Ligurie et à la Sardaigne parce que les données disponibles pour la Corse n'étaient pas suffisantes pour une analyse complète. La Ligurie et la Sardaigne se caractérisent par une forte variabilité des événements annuels d'incendie et par une zone brûlée reflétant la forte variabilité du climat, de la couverture du sol et de la topographie de ces deux régions. La Ligurie est concernée par des feux de forêt en été et en hiver, tandis que la Sardaigne est concernée par le phénomène d'incendie uniquement en été. Dans les deux régions, le nombre d'incendies et la zone brûlée ont montré une tendance négative. Cependant, en Sardaigne, les saisons d'incendie 2007 et 2009 ont enregistré une zone fortement brûlée avec un nombre limité d'incendies. Dans les deux saisons d'incendie d'été étudiées, la plupart des zones brûlées étaient liées à l'extrême sécheresse et aux conditions météorologiques venteuses concentrées en quelques jours de l'année (moins d'une semaine). Ces mêmes conditions météorologiques n'ont pas été observées en Ligurie. Cependant, la tendance du régime d'incendie de forêt semble être opposée à l'hypothèse d'expansion complète selon laquelle l'augmentation de la température entraîne une croissance des incendies de forêt. Cependant, Flannigan et coll. (2000) soulignent que «l'universalité de ces résultats est discutable parce qu'un incendie individuel est le résultat de l'ensemble complexe d'interactions comprenant les agents d'allumage, les conditions du carburant, la topographie et le temps notamment la température, l'humidité relative, la vitesse du vent, ainsi que le volume et la fréquence des précipitations. L'augmentation de la température à elle seule ne garantit pas nécessairement une plus grande perturbation d'incendie». Dans cette étude, nous avons essayé d'aller au-delà de la simple analyse des données statistiques liées au nombre d'incendies et à la zone totale brûlée qui peuvent être déroutants dans le contexte de changement climatique: nous avons examiné la relation entre le climat représenté par des indices appropriés, la couverture du sol et le régime d'incendie. Les résultats obtenus semblent s'accorder avec Flannigan et ses coauteurs.

CF.7 - Detailed downscaling through ensemble techniques of the regional climate models for a fire weather indices projection in the Alpine region

Cane D.¹, Barbarino S.¹, Renier L.², Ronchi C.¹

1. Arpa Piemonte, Via Pio VII 9, Torino, Italy; 2. IPLA Spa, Corso Casale 476, Torino, Italy

*daniele.cane@arpa.piemonte.it, simona.barbarino@arpa.piemonte.it, luisa.renier@arpa.piemonte.it,
christian.ronchi@arpa.piemonte.it*

The Regional Climate Models (RCMs) outputs show significant model errors in the control period in areas of complex orography like the Alps, when compared with the observed climatology. In this work we show the use of the Multimodel SuperEnsemble techniques, including a new probabilistic Multimodel SuperEnsemble Dressing, on a selection of the EU ENSEMBLES project RCMs outputs to downscale the temperature and precipitation fields in the whole Alpine Area and on a high-resolution region over Piemonte (North-western Italy) in order to reduce these errors. The Alpine observations come from the E-OBS dataset of the Ensemble project (25 km resolution), while the Piemonte data are obtained through a careful assimilation via Optimal Interpolation of the daily ground station data on a selected regular grid map (14 km resolution, with careful description of the complex orography of the region). Hence, the outputs of the reanalyses (from ERA40) and scenarios (nested in several Global Circulation Model runs on the AIB SRES scenario) from the RCMs were interpolated from their original 25 km grid to the same grids of observed climatology and the Multimodel SuperEnsemble technique was applied. The reanalyses and scenarios obtained with Multimodel SuperEnsemble, in particular with the use of the high resolution analysis, allow a better characterization of the temperature variations in the alpine area, with differences between mountainous and plain regions. The scenario projection changes in the precipitation field are less significant. The down-scaled temperatures and precipitation so-obtained, in combination with other meteorological variables are used to evaluate future scenarios of wildfire potential with the Canadian Fire Weather Index. The results were compared with the observed forest fires: the agreement with the modelled fields is surprisingly good and differences can be found in the Fire Weather Index skill versus the observed fires as a function of the altitude or the dominant weather regimes. The sharp evaluation of forest fire danger behaviour in future climate scenarios, comparing different downscaling techniques of the fire weather indices with fires observed over Piedmont area, can be a key-point for adaptation and mitigation strategies especially in a rich biodiversity region such as the Alps.

Keywords: Multimodel SuperEnsemble, Fire Weather Indices, climatic scenarios, Alps

I risultati dei modelli climatici regionali (RCM) mostrano errori significativi dei modelli nel periodo di controllo in aree di orografia complessa come le Alpi, se confrontati con la climatologia osservata. In questo lavoro viene mostrato l'uso delle tecniche Multimodel SuperEnsemble, tra cui quella nuova probabilistica del Multimodel SuperEnsemble Dressing, su una selezione dei risultati RCM del progetto EU ENSEMBLES per ridimensionare i campi della temperatura e delle precipitazioni in tutta l'area alpina e su una regione ad alta risoluzione del Piemonte (Italia nord-occidentale), al fine di ridurre questi errori. Le osservazioni alpine provengono dall'insieme di dati E-OBS del progetto Ensemble (risoluzione di 25 km), mentre i dati piemontesi sono stati ottenuti con un'attenta assimilazione tramite interpolazione Optimal dei dati giornalieri della stazione terrestre su una mappa selezionata a griglia regolare (risoluzione di 14 km, con una descrizione accurata della complessa orografia della regione). Quindi, i risultati delle ri-analisi (da ERA40) e degli scenari (inseriti in una serie di diversi modelli di circolazione globale dello scenario AIB SRES) dei RCM sono stati interpolati dalla loro griglia originale di 25 km con le stesse griglie della climatologia osservata ed è stata applicata la tecnica Multimodel SuperEnsemble. La rianalisi e gli scenari ottenuti con Multimodel SuperEnsemble, in particolare con l'uso delle analisi ad alta risoluzione, permettono una migliore caratterizzazione delle variazioni di temperatura nella zona alpina, con differenze tra le regioni di montagna e di pianura. I cambiamenti nella proiezione di scenari nel campo delle precipitazioni sono meno significativi. Il ridimensionamento delle temperature e delle precipitazioni così ottenuto, in combinazione con altre variabili meteorologiche è utilizzato per valutare i futuri scenari di potenziali incendi forestali con l'indice canadese FWI. I risultati sono stati confrontati con gli incendi boschivi osservati: l'accordo con i campi modellati è sorprendentemente buono e le differenze stanno nella capacità dell'indice FWI rispetto agli incendi osservati in funzione dell'altitudine o dei regimi meteo dominanti. L'acuta valutazione del comportamento pericoloso degli incendi boschivi in scenari climatici futuri, mettendo a confronto diverse tecniche di ridimensionamento degli indici di pericolo incendi con gli incendi osservati nell'area piemontese, può essere un punto chiave per le strategie di adattamento e mitigazione, soprattutto in una regione ricca di biodiversità come le Alpi.

Les produits des modèles de climat régionaux (RCM) présentent des erreurs importantes du modèle au cours de la période de contrôle des zones à l'orographie complexe comme les Alpes, lorsqu'on les compare à la climatologie observée. Ce travail montre l'utilisation de techniques Multimodel SuperEnsemble, y compris un nouvel ajustement probabiliste du Multimodel SuperEnsemble, sur une sélection de produits RCM du projet EU ENSEMBLES pour échelonner les champs de température et de précipitation dans toute la zone alpine et dans une région à haute résolution du Piémont (nord-ouest de l'Italie) afin de réduire ces erreurs. Les observations alpines proviennent des données E-OBS du projet Ensemble (25 km de résolution), tandis que les données du Piémont ont été obtenues par le biais d'une assimilation soignée grâce à une interpolation optimale des données quotidiennes de la station au sol sur un plan sélectionné quadrillé régulièrement (14 km de résolution avec une description soignée de l'orographie complexe de la région). Par conséquent, les données des analyses (de ERA 40) et les scénarios (logés dans plusieurs productions du Modèle de circulation globale sur le scénario AIB SRES) des RCM ont été interpolés à partir de leur grille originale de 25 km avec les mêmes grilles de climatologie observées avant d'appliquer la technique Multimodel SuperEnsemble. Les ré-analyses et scénarios obtenus avec le Multimodel SuperEnsemble, en appliquant notamment l'analyse haute résolution, ont permis une meilleure caractérisation des variations de température dans la zone alpine, avec des différences entre les régions montagneuses et les plaines. Les changements de la projection du scénario au niveau du terrain de précipitation sont moins importants. Les températures et les précipitations échelonnées obtenues, en association avec les autres variables météorologiques, ont été utilisées pour évaluer les futurs scénarios d'incendie potentiel avec l'indice climatique d'incendie canadien. Les résultats ont été comparés aux incendies de forêt observés: la concordance avec les terrains modélisés est vraiment surprenante et les différences observables au niveau de la capacité de l'indice météorologique des incendies par rapport aux incendies observés peuvent être considérées comme fonction de l'altitude ou des régimes climatiques dominants. L'évaluation rapprochée du comportement du risque d'incendie de forêt dans les scénarios climatiques futurs, comparée aux techniques d'échelonnage des indices climatiques d'incendie avec les incendies observés dans la zone du Piémont, peut constituer un point clé pour l'adaptation et les stratégies de mitigation spécialement dans une région riche de biodiversité comme les Alpes.

CF.8 - Climate change and wildfire risk in Croatia

Vucetic V., Vucetic M.

Meteorological and Hydrological Service of Croatia, Gric 3, HR-10000 Zagreb, Croatia

visnja.vucetic@cirus.dhz.hr, marko.vucetic@cirus.dhz.hr

The weather conditions such as a long-lasting dry spell and insolation duration, high air temperature and strong wind essentially increase the potential danger for starting and spreading of forest fires. All these relevant factors are observed on the Croatian Adriatic coast and islands and lead to the conclusion that the Adriatic area is prone to wildfires during summer season. The main goal is to research the regional impact of climate change on the potential greater risk of wildfires in Croatia from May to September. Monthly and seasonal severity rating (MSR and SSR) are used as indices for the potential risk assessment of forest fires which are one of the products of the Canadian Forest Fire Weather Index System. According to the map presentation of mean long-term (1961-1990) seasonal severity ratings, the most endangered area is the mid-Adriatic coast with the adjacent islands. Using the secular weather series of Crikvenica (1891-2006) and Hvar (1867-2006), which represent the northern and middle Croatian coast and islands respectively, the secular variations of MSR has been estimated. In order to establish the eventual increase in potential wildfire risk on the Croatian mountainous hinterland the secular data of Gospic (1878-2006) has also been used for the MSR assessment. A significant monthly increase (confidence level is 0.05) in the MSR was observed for Crikvenica for all months of the period considered and for Hvar only for June and July. This increase is particularly important for June, as it indicates the possibility of the earlier onset of the forest fire season on the Adriatic area. The analysis also showed that higher wildfire danger has spread from the middle Adriatic to the northern, especially in July and August, but there is not higher risk towards the mountain inland.

Keywords: wildfire, monthly and seasonal severity rating, climate change, Croatia

Condizioni climatiche come una lunga siccità e un'insolazione prolungata, temperatura dell'aria elevata e vento forte essenzialmente aumentano il potenziale pericolo di inizio e propagazione di incendi boschivi. Tutti questi fattori importanti sono stati osservati sulla costa e sulle isole adriatiche della Croazia e portano alla conclusione che l'area adriatica è soggetta a incendi durante la stagione estiva. L'obiettivo principale è quello di studiare l'impatto regionale del cambiamento climatico sul rischio potenzialmente maggiore di incendi in Croazia da maggio a settembre. Classificazioni di gravità mensile e stagionale (MSR e SSR) sono usate come indici per la valutazione del rischio potenziale di incendi boschivi, che sono uno dei prodotti del sistema canadese FWI. Secondo la rappresentazione sulla mappa dei livelli di gravità stagionale di medio-lungo termine (1961-1990), l'area più a rischio è la costa medio-adriatica con le isole adiacenti. Utilizzando le serie meteorologiche secolari di Crikvenica (1891-2006) e Hvar (1867-2006), che rappresentano la costa e le isole croate centrali e settentrionali, rispettivamente, sono state stimate le variazioni secolari del MSR. Al fine di stabilire l'eventuale aumento del rischio potenziale di incendi boschivi nell'entroterra croato montuoso, sono stati utilizzati anche i dati secolari di Gospic (1878-2006) per la valutazione MSR. È stato osservato un significativo aumento mensile (livello di confidenza di 0.05) nel MSR a Crikvenica per tutti i mesi del periodo considerato e a Hvar solo per i mesi di giugno e luglio. Tale incremento è particolarmente importante per giugno, in quanto indica la possibilità di un inizio anticipato della stagione degli incendi boschivi nell'area adriatica. L'analisi ha anche mostrato che il pericolo maggiore di incendi boschivi si è diffuso dall'Adriatico centrale a quello settentrionale, specialmente a luglio e agosto, ma che non c'è un rischio più elevato verso l'entroterra montuoso.

Les conditions climatiques, telles qu'une longue période de sécheresse et d'insolation, une forte température et un vent violent augmentent essentiellement le danger potentiel de début et d'expansion des incendies de forêt. Tous ces facteurs pertinents sont observés sur la côte Adriatique croate et dans les îles et mènent à conclure que la zone Adriatique est propice aux incendies pendant l'été. L'objectif principal est de rechercher l'impact régional du changement climatique sur le grand risque potentiel des incendies en Croatie de mai à septembre. Les régimes saisonnier et mensuel (MRS et SSR) sont utilisés comme indices pour l'évaluation du risque potentiel des feux de forêt qui constituent l'un des produits du système d'indice climatique d'incendie canadien. Selon la présentation de la carte des régimes saisonniers à long terme (1961-1990), la zone la plus exposée est la côte Adriatique et les îles adjacentes. Nous avons utilisé les séries climatiques séculaires de Crikvenica (1891-2006) et Hvar (1867-2006), qui représentent respectivement la côte nord et moyenne croate et les îles, pour estimer les variations séculaires du MRS. Pour établir l'augmentation éventuelle du risque d'incendie sur l'intérieur montagneux croate,



nous avons également utilisé les données séculaires de Gospic (1878-2006) pour évaluer le MRS. Une augmentation mensuelle significative (niveau de confiance à 0.05) du MRS a été observée pour Crikvenica pendant tous les mois de la période considérée, et seulement pour juin et juillet pour Hvar. Cette augmentation est particulièrement importante pour le mois de juin parce qu'elle indique la possibilité d'un début précoce de la saison des feux de forêt dans la zone Adriatique. L'analyse montre également qu'un danger d'incendie plus élevé s'est propagé de la zone Adriatique moyenne vers le nord, notamment en juillet et août, mais il n'existe pas de risque plus élevé vers l'intérieur de la montagne.

CF.9 - Climate-induced fire danger potential predicted in the Altai-Sayan mountains, Central Asia, during the Holocene

Parfenova E.I.¹, Tchebakova N.M.¹, Blyakharchuk T.A.²

1. V.N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Academgorodok, 660036 Krasnoyarsk, Russia;

2. Institute for Monitoring Climatic and Ecological Systems, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Akademicheskoy Prosp.

10/3, 643055 Tomsk, Russia

lyeti@ksc.krasn.ru, tarun5@rambler.ru

Fire is largely under the control of weather and climate. Modern satellite and ground data show an increase in extreme fire seasons, which coincides with the warmer and longer fire seasons of the contemporary climate in Siberia. Under future climate change, fire frequency, fire severity, area burned and fire season length are predicted to increase in boreal regions. From palinological data in the south of Siberia, large amounts of charcoal are found in deposits associated with large fires during forest-to-steppe transitions induced by climate warming in the past. Our goal is to predict high fire danger periods in the past, present and future over a vast mountain country, Altai-Sayan mountains in Central Asia, using different climate change scenarios from 10,000 years before the present (BP) through the present to 2080 AD. To estimate potential fire danger for past, present and future climates, we developed a linear regression model ($R^2=0.52$) that relates an annual number of days with high fire danger (Nesterov index is greater than 4,000) to annual moisture index, a ratio between growing degree-days above 5°C to annual precipitation, characterising dryness/wetness of the climate. Climate change scenarios were derived: 1) from pollen data in the past; 2) from weather station record data in the present; 3) from A2 and BI HadCM3 scenarios (the Hadley Centre) in the future, which reflect the largest and lowest temperature increase by 2080 correspondingly. In the past, at 10,000 BP and 3,200 BP, under colder and dryer climate, forests covered only 30% of the area and 30-40 high fire danger days occurred on about 55% of the forest area and 40-50 high fire danger days occurred on 35% of the forest area. Between 8,000-5,300 BP, under warm and moist climates, forests covered about three quarters of the Altai-Sayan mountains, mainly in the northern half. About 30-40 high fire danger days occurred on 60% of the entire forest area and 40-50 days occurred on an area half that size. As current climate changed in the last half of the century, 1960-2010, a number of high fire danger days was predicted to increase 10 days. In the future warmer and dryer climate, the number of high danger days 40-50 would prevail on 60% of the forest area in the BI scenario and on 70% of the forest area in the AI scenario. A dryer climate would result in increased tree mortality in the transition between forest and steppe, thus increasing fire fuel accumulation. When superimposed, both factors, fuel load and fire weather create high risks of large fires escalation. Thus, in the future, fires are predicted to be more severe and extended than in the past, because future climates are predicted to be warmer and dryer, in comparison to the past warmer and wetter climate.

Keywords: climate change, forest fires, Holocene, steppe

Gli incendi sono in gran parte controllati da meteo e clima. I dati moderni satellitari e terrestri mostrano un aumento delle stagioni favorevoli agli incendi, che coincidono con stagioni degli incendi più calde e più lunghe del clima contemporaneo della Siberia. A causa dei cambiamenti climatici futuri, si prevede un aumento della frequenza degli incendi, della loro gravità, dell'area bruciata e della lunghezza della stagione degli incendi nelle regioni boreali. Dai dati palinologici della Siberia meridionale, grandi quantità di carbone si trovano in depositi associati a grandi incendi durante i passaggi da foresta a steppa provocati dal riscaldamento climatico nel passato. Il nostro obiettivo è di prevedere periodi di pericolo elevato di incendi nel passato, presente e futuro in un paese montuoso vasto, i monti di Altai-Sayan nell'Asia Centrale, utilizzando diversi scenari di cambiamenti climatici da 10,000 anni prima del presente (BP), attraverso il presente e fino al 2080. Per stimare un potenziale pericolo d'incendio per i climi del passato, presente e futuro, abbiamo sviluppato un modello di regressione lineare ($R^2=0.52$) che collega un numero annuo di giornate con un rischio di incendi elevato (l'indice di Nesterov è maggiore di 4,000) all'indice di umidità annuale, un rapporto tra il valore crescente di gradi-giorno sopra i 5°C con le precipitazioni annue, che caratterizzano la secchezza/umidità del clima. Sono stati ottenuti scenari di cambiamenti climatici: 1) dai dati del polline per il passato, 2) dai dati registrati dalle stazioni meteo per il presente, 3) dagli scenari dell'A2 e BI HadCM3 (il Centro Hadley) per il futuro, che riflettono rispettivamente l'aumento della temperatura più alto e più basso per il 2080. In passato, a 10,000 BP e 3,200 BP, con climi più freddi e asciutti, le foreste coprivano solo il 30% della superficie e si avevano 30-40 giorni di pericolo elevato di incendi su circa il 55% della superficie boschiva e 40-50 giorni di pericolo elevato di incendi sul 35% della superficie boschiva. Tra 8,000-5,300 BP, in climi caldi e umidi, le foreste coprivano circa tre quarti dei Monti Altai-Sayan, principalmente nella metà settentrionale. Circa 30-40 giorni di pericolo elevato di incendi si verificavano sul 60% dell'intera

area forestale e 40-50 giorni su un'area grande la metà. Poiché il clima attuale è cambiato nella seconda metà del secolo, 1960-2010, si è previsto che il numero di giorni di pericolo elevato di incendi aumenterà di 10 giorni. Nel clima futuro più caldo e secco, il numero di 40-50 giorni di pericolo elevato di incendi sarebbe prevalente sul 60% della superficie forestale nello scenario BI e sul 70% della superficie forestale nello scenario AI. Un clima più secco provocherebbe una maggiore mortalità degli alberi nella transizione tra foresta e steppa, aumentando così l'accumulo di combustibile per gli incendi. Quando sovrapposti, entrambi i fattori, carico di combustibile e condizioni meteo favorevoli, creano un rischio elevato di aumento di incendi di grandi dimensioni. Così, in futuro, si prevede che gli incendi saranno più gravi ed estesi rispetto al passato, perché i climi futuri saranno più caldi e secchi, rispetto ai climi più caldi e umidi del passato.

L'incendie est largement sous le contrôle du climat et du temps. Les données au sol et satellitaires modernes montrent une augmentation des saisons d'incendies extrêmes qui coïncident avec les saisons d'incendie plus chaudes et plus longues du climat contemporain en Sibérie. Sous l'effet du futur changement du climat, on prévoit une croissance de la fréquence, de la gravité des incendies, de la zone brûlée et de la durée de la saison des incendies dans les régions boréales. À partir des données palynologiques, de grands volumes de charbon sont trouvés, dans le sud de la Sibérie, en dépôts, associés aux grands incendies pendant les transitions de la forêt à la steppe, provoqués par le réchauffement du climat dans le passé. Notre objectif est de prévoir les hautes périodes de risque d'incendie dans le passé, le présent et le futur dans un grand pays montagneux — les montagnes Altai-Sayan en Asie centrale — en utilisant les scénarios de changements climatiques de 10,000 ans dans le passé (BP), le présent, et jusqu'en 2080 (AD). Pour estimer le risque d'incendie potentiel pour des climats dans le passé, le présent et le futur, nous développons un modèle de régression linéaire ($R^2=0.52$) qui lie un nombre annuel de jours au grand risque d'incendie (l'indice Nesterov est supérieur à 4,000) à l'indice d'humidité annuel, un coefficient entre le degré croissant jours au-delà de 5°C et les précipitations annuelles, caractérisant la sécheresse/humidité du climat. Les scénarios de changement climatique ont été dérivés: 1) à partir des données de pollen dans le passé; 2) à partir des données enregistrées par la station météorologique jusqu'à présent; 3) à partir des scénarios A2 et BI HadCM3 (le Centre Hadley) dans le futur, qui reflète la plus grande augmentation de température jusqu'en 2080. Dans le passé, à 10,000 BP et 3,200 BP, sous un climat froid et sec, les forêts couvraient seulement 30% de la zone qui a connu 30-40 jours de haut risque d'incendie sur environ 55% de la zone forestière, et 40-50 jours de haut danger d'incendie sur 35% de zone forestière. Entre 8,000-5,300 BP, sous des climats chauds et humides, les forêts couvraient environ trois quarts des monts Altai-Sayan, principalement dans la moitié nord. Environ 60% de toute la zone forestière a connu environ 30-40 jours de haut risque d'incendie et 40-50 jours sur une zone de la moitié de cette superficie. Le climat actuel ayant changé dans la dernière moitié du siècle (1960-2010), l'on a fait une prévision d'augmentation de 10 jours sur les jours de haut risque d'incendie. Dans le futur, un climat plus chaud et plus sec, le nombre de 40-50 jours de haut risque prédominera sur 60% de la zone forestière dans le scénario BI et sur 70% de la zone forestière dans le scénario AI. Un climat plus sec entraînera une augmentation de la mortalité des arbres dans la transition entre la forêt et la steppe, soit une croissance de l'accumulation du combustible. Lorsque ces deux facteurs — charge combustible et climat d'incendie — se superposent, ils créent de hauts risques d'aggravation de grands incendies. Par conséquent, dans le futur, on prévoit des incendies plus graves et répandus que dans le passé, parce que les climats futurs seront plus chauds et plus secs, comparés aux climats plus chauds et plus humides du passé.

CF.10 - An integrated mesoscale weather and fire propagation forecasting tool

Massidda L., Lorrari E., Marroccu M.

CRS4, Polaris Bldg. 1, 09010 Pula (CA), Italy

Luca.Massidda@crs4.it

An integrated system for weather and wildfire propagation forecast is under development at CRS4. The goal is to setup a tool that could be used for wild fire fighting and prevention, for the training of the personnel and for post event studies that could be effectively used in Sardinia and in the Mediterranean area. The product/service will be accessible through a web portal, and it will be composed by a Geographical Information System for the management of soil and vegetation data, a limited area meteorological model chain, that will generate the high resolution weather forecast for the wind in the fire area, and finally by a fire spread model, that will allow to predict and visualize the flame front position in time. This web service will be integrated in a pre-existing portal, named Grida3 (grida3.crs4.it) and developed at CRS4 in the framework of a project funded by the Italian Research Ministry (MIUR, FAR D.Lvo 297/99, Prog. n. I433). In particular it will be integrated within the meteorological web service of the GRIDA3 portal named PREMIAGRID. We set up, within the GRIDA3 portal, a hydrostatic-non hydrostatic limited area weather forecast chain, that starts from initial and boundary conditions of the US General Circulation Model (NCEP) at 1 degree of resolution and then implements a three nesting levels chain, starting from the BOLAM model used at 0.33 degrees of resolution and ending with the MOLOCH model (third level of nesting) used at 0.033 degrees (less than 3km at our latitudes). GRASS (<http://grass.osgeo.org/>), an open source GIS program, is used to prepare topography and fuel input data (elevation, slope, aspect, canopy cover and fuel model), to manage raster layers at the proper resolution, to perform the required spatial analysis on the data, to export the data in the format required by the fire spread model, and to easily visualize the spread model output in a more comprehensive territorial context. The fire spread is based on a semi empirical method for the calculation of flame front velocity, through the well known Rothermel model and on the Level Set Method as the numerical tool. In this numerical a richer computational space is used for the tracking of the interface, and in this case a two dimensional cartesian grid is used to describe the evolution of a linear boundary. The method can automatically deal with topological changes that may take place during fire spread, making it particularly appropriate to wildfires propagation problems. It has been recently applied in the WRF-Fire tool [2]. The architecture of the computational system is presented as well as a test case on a past fire scenario in Sardinia.

Keywords: level-set method, mesoscale weather, GIS, grid computing

Un sistema integrato per il meteo e le previsioni di propagazione degli incendi è in fase di sviluppo al CRS4. L'obiettivo è di impostare uno strumento che potrebbe essere usato per la lotta e la prevenzione degli incendi boschivi, per la formazione del personale e per gli studi post-evento da utilizzare efficacemente in Sardegna e nel bacino del Mediterraneo. Il prodotto/servizio sarà accessibile attraverso un portale web e sarà composto da un Sistema informativo territoriale per la gestione dei dati su suolo e vegetazione, una catena modellistica meteorologica di una zona limitata, che genererà previsioni meteo ad alta risoluzione per il vento nell'area dell'incendio, e infine da un modello di propagazione del fuoco, che permetterà di prevedere e visualizzare la posizione del fronte di fiamma nel tempo. Questo servizio web verrà integrato in un portale pre-esistente, chiamato Grida3 (grida3.crs4.it) e sviluppato dal CRS4 nel quadro di un progetto finanziato dal Ministero italiano della ricerca (MIUR, FAR D. Lvo 297/99, Prog. n. I433). In particolare, sarà integrato all'interno del servizio meteorologico web del portale GRIDA3 chiamato PREMIAGRID. Abbiamo istituito, all'interno del portale GRIDA3, una catena non idrostatica-idrostatica per previsioni meteorologiche di un'area limitata, che parte da condizioni iniziali e limite del Modello di circolazione generale statunitense (NCEP) alla risoluzione di 1 grado e poi attua una catena a tre livelli di nidificazione, a partire dal modello di BOLAM utilizzato a 0.33 gradi di risoluzione, per finire con il modello di MOLOCH (terzo livello di nidificazione) usato a 0.033 gradi (meno di 3 km alle nostre latitudini). GRASS (<http://grass.osgeo.org/>), un programma GIS open source, viene utilizzato per preparare dati topografici e d'immissione del combustibile (altitudine, pendenza, aspetto, copertura della chioma e modello di combustibile), per gestire strati raster alla corretta risoluzione, per eseguire l'analisi spaziale richiesta sui dati, per esportare i dati nel formato richiesto dal modello di propagazione del fuoco, e per visualizzare facilmente i risultati del modello di propagazione in un contesto territoriale più ampio. La propagazione dell'incendio si basa su un metodo semi-empirico per il calcolo della velocità del fronte di fiamma, attraverso il modello ben noto di Rothermel e sul metodo level-set come strumento numerico. In questo strumento numerico viene utilizzato uno spazio di calcolo più ricco per il tracciamento dell'interfaccia, e in questo caso viene utilizzata una griglia cartesiana bidimensionale per descrivere l'evoluzione di un limite lineare. Il metodo può automaticamente gestire le modifiche topologiche che possono verificarsi

durante la propagazione del fuoco, rendendolo particolarmente adatto ai problemi di propagazione degli incendi. È stato recentemente applicato allo strumento WRF-Fire [2]. L'architettura del sistema di calcolo si presenta anche come banco di prova per uno scenario precedente di incendi in Sardegna.

Un système intégré pour la prévision de la propagation de l'incendie est en cours de développement au CRS4. L'objectif est d'élaborer un outil pouvant être utilisé pour la lutte contre les incendies et leur prévention, la formation du personnel et les études post-événement, pouvant être effectivement utilisées en Sardaigne et dans la zone méditerranéenne. Le produit/service sera accessible à travers un portail Web et il sera composé d'un système d'information géographique pour la gestion des données de la végétation et du sol, d'une chaîne de modèle météorologique de zone limitée qui générera la prévision climatique à haute résolution pour le vent dans la zone d'incendie et enfin d'un modèle d'expansion des incendies qui permettra de prévoir et de visualiser la position du front de la flamme à l'instant. Ce service Web sera intégré dans un portail existant, appelé Grida3 (grida3.crs4.it) et développé au CRS4 dans le cadre d'un projet financé par le Ministère italien de la Recherche (MIUR, FAR D.Lvo 297/99, Prog. no I433). Il sera notamment intégré au service Web météorologique du portail GRIDA3, appelé PREMIAGRID. Nous élaborons, dans un portail GRIDA3, une chaîne de prévision climatique de zone limitée hydrostatique/non hydrostatique qui commence par les conditions limite et initiales du modèle de circulation générale des États-Unis (NCEP) à 1 degré de résolution et met en œuvre une chaîne à trois niveaux imbriqués, à partir du modèle BOLAM utilisé à 0.33 degré de résolution et qui finit avec le modèle MOLOCH (troisième niveau d'imbrication) utilisé à 0.033 degré de résolution (moins de 3 km à nos latitudes). GRASS (<http://grass.osgeo.org/>), un programme GIS de source libre, est utilisé pour préparer la topographie et les données de consommation du combustible (élévation, inclinaison, aspect, couverture de canopée et modèle de combustible), pour la gestion des couches de trame à la bonne résolution, pour faire l'analyse spatiale requise des données, exporter les données dans le format requis par le modèle d'expansion de l'incendie et visualiser facilement le produit du modèle d'expansion dans un contexte territorial plus général. L'expansion de l'incendie se base sur une méthode semi-empirique pour le calcul de la vitesse du front de la flamme à travers le modèle Rothermel bien connu et sur la Level Set Method comme outil numérique. Dans cette méthode numérique, un espace de calcul est utilisé pour le traçage de l'évolution d'une limite linéaire. La méthode peut gérer automatiquement les changements topologiques pouvant avoir lieu pendant l'expansion de l'incendie en la rendant particulièrement appropriée aux problèmes de propagation de l'incendie. Elle a été récemment appliquée dans l'outil WRF-Fire [2]. L'architecture du système de calcul est présentée avec un cas de test sur un scénario d'incendie précédent en Sardaigne.

CF.II - Vulnerability assessment of Sardinia (Italy) to extreme rainfall events

Cossu Q.A.¹, Bodini A.², Martina M.L.V.³

1. Environmental Protection Agency of Sardinia (ARPAS), via Rockefeller 58-60, 07100 Sassari, Italy; 2. Institute of Applied Mathematics and Information Technology, via Bassini 15, 20133 Milano, Italy; 3. Department of Earth Sciences, University of Bologna, Bologna, Italy

qacossu@arpa.sardegna.it, antonella.bodini@mi.imati.cnr.it, mario.martina@unibo.it

This research is part of the project PROTERINA-C, funded by the EU under the Italy-France Maritime Programme, aiming at investigating the effects that climate change could have on the environment in Sardegna, Liguria and Corsica. During the last ten years, at least 5 flash floods caused several deaths, the destruction of houses, land and properties in Sardinia. Despite a clear evidence for the vulnerability of Sardinia to severe rainfall events, at the official level the lack of complete and extended data about damaging hydro-geologic events yields misinformation about the true extent of hydro-geological risk. To make up for this lack of information, authors study the role of meteorological and climatic conditions in the occurrence of damaging hydro-geologic events in Sardinia. To assess the vulnerability of Sardinia to hydro-geological events, a deep analysis of the effects of past events in terms of types of triggered phenomena, meteorological conditions, and economical and environmental damage has been undertaken (PROTERINA C project). Sardinia to the occurrence of heavy rainfall can also depend on land use, these information will be compared to a few informative layers like forested areas, land abandonment, roads and urban developments

Keywords: *Climate change, extreme rainfall, hydro-geological risk*

Questa ricerca fa parte del progetto PROTERINA-C, finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma Italia-Francia "Marittimo", che si propone di indagare sugli effetti che il cambiamento climatico potrebbe avere sull'ambiente (combustibili) e, a sua volta, sul rischio di incendio in Sardegna, Liguria e Corsica. In particolare, questo studio si propone di analizzare l'impatto delle piogge intense, particolarmente frequenti in Sardegna ed in Liguria. Si presenta qui il caso della Sardegna. Durante gli ultimi 10 anni, almeno 5 alluvioni improvvise hanno causato in Sardegna diversi morti, la distruzione di case, terreni e proprietà. Malgrado una chiara evidenza della vulnerabilità della Sardegna al verificarsi di piogge intense, sul piano ufficiale la mancanza di dati estesi e completi sui danni prodotti dagli eventi di dissesto idrogeologico ha prodotto una informazione errata sull'estensione del rischio idro-geologico sull'isola. Questo studio si propone di fornire un contributo al miglioramento di tale conoscenza. Per valutare la vulnerabilità della Sardegna agli eventi di tipo idro-geologico, si è avviata in questo progetto un'analisi accurata di alcuni eventi selezionati del passato in termini di tipologia del fenomeno d'innesco, di condizioni meteorologiche e di danni sia economici sia ambientali. In particolare, si è tenuto conto della tipologia di uso del suolo, e le relative informazioni sono state confrontate con alcuni strati informativi quali l'abbandono dei suoli, le aree forestali, lo sviluppo urbano.

Cette recherche fait partie du projet PROTERINA-C financé par l'UE dans le cadre du Programme maritime Italie-France visant à étudier les effets du changement climatique sur l'environnement en Sardaigne, en Ligurie et en Corse. Pendant les dix dernières années, au moins 5 inondations ont causé des décès, la destruction des maisons, de terres et de propriétés en Sardaigne. Malgré une preuve tangible de la vulnérabilité de la Sardaigne aux pluies dévastatrices, au niveau officiel, le manque de données complètes et exhaustives sur les événements hydrogéologiques dévastateurs entraîne une mauvaise information sur l'extension véritable du risque hydrogéologique. Pour combler ce manque d'informations, les auteurs ont étudié le rôle des conditions météorologiques et climatiques dans l'apparition d'événements hydrogéologiques dévastateurs en Sardaigne. Pour évaluer la vulnérabilité de la Sardaigne aux événements hydrogéologiques, une analyse profonde des effets des événements passés en ce qui concerne les types de phénomènes déclenchés, les conditions météorologiques et les dommages environnementaux et économiques a été faite (Projet PROTERINA C). L'apparition de grandes pluies en Sardaigne peut également dépendre de l'utilisation du sol. Cette information sera comparée aux quelques couches d'informations telles que les zones forestières, l'abandon des terres, les développements routiers et urbains.

CF.I2 - Assessment of climate variability in Sardinia and Liguria

Bodini A.¹, Entrade E.¹, Cossu Q.A.², Canu S.², Fiorucci P.³

1. Institute of Applied Mathematics and Information Technology, via Bassini 15, 20133 Milano, Italy; 2. Environmental Protection Agency of Sardinia (ARPAS), via Rockefeller 58-60, 07100 Sassari, Italy; 3. CIMA Research Foundation, International Centre on Environmental Monitoring, University Campus Armando Magliotto 2, 17100 Savona, Italy

antonella.bodini@mi.imati.cnr.it, qacossu@arpa.sardegna.it, paolo.fiorucci@cimafoundation.org

A key concern of PROTERINA C is to investigate on the effects that climate change could have on the environment (fuels) and, in turn, on the whole wildfire risk of the considered area. A set of structural and non-structural measures to mitigate the effects of climate change on wildfire risk will then be considered and eventually implemented with reference to some pilot areas. Therefore, a deep analysis of climate and climate change signals in the project area (Sardinia and Liguria in Italy, Corsica in France) has been carried out to provide a complete framework for wildfire risk assessment. Observational data (daily rainfall and temperature data) referring to the period 1951–2008 have been analysed using time series a) with more than 30 years of complete records, for trend analysis, and b) with more than 20 years of complete records in the standard period 1971–2000, for climate analysis. Several climatic indexes have been analysed, considering extreme events as well.

Unfortunately, the available data from Corsica are not sufficient for the whole analysis (monthly data from 8 stations only) and therefore a very limited analysis has been carried out. The work provides a comprehensive analysis on the effects that climate conditions have on the average state of different kinds of fuels and, in turn, on wildfire risk scenarios, highlighting the biota and the zones of the considered area more exposed to the effects that climate change has on their vulnerability.

Keywords: *Climate change, extreme events, trend analysis*

Questa ricerca fa parte del progetto PROTERINA-C, finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma Italia-Francia "Marittimo", che si propone di indagare sugli effetti che il cambiamento climatico potrebbe avere sull'ambiente (combustibili) e, a sua volta, sul rischio di incendio in Sardegna, Liguria e Corsica. Scopo del progetto è analizzare ed eventualmente implementare in aree pilota una serie di misure, strutturali e non, per mitigare gli effetti eventuali del cambiamento climatico sul rischio da incendi. Pertanto, un'analisi approfondita del clima e dei segnali di cambiamento climatico è stata svolta nell'area di studio per fornire un quadro complessivo e completo relativo ai diversi aspetti del clima, analisi propedeutica alla valutazione del rischio da incendi. Dati climatici giornalieri di piovosità e temperature per il periodo 1951–2008 sono stati analizzati selezionando le serie storiche con almeno 30 anni completi di dati per l'analisi dei trend e con almeno 20 anni completi di dati durante il periodo standard 1971–2000, per l'analisi del clima. Sono stati considerati diversi indici climatici, inclusi quelli utili ad una descrizione degli eventi estremi.

Sfortunatamente per la Corsica i dati a disposizione (valori mensili per soltanto otto stazioni) non sono stati sufficienti per un'analisi completa ed estesa. Si presenta infine un'analisi degli effetti delle condizioni climatiche sulle condizioni generali dei diversi tipi di biomassa combustibile e, quindi, sugli scenari di rischio da incendi. Vengono in particolare evidenziate le aree più esposte agli impatti negativi del cambiamento climatico.

Une question clé de PROTERINA C est la recherche des effets du changement climatique sur l'environnement (combustibles) et sur tout le risque d'incendie sur la zone en question. Un ensemble de mesures structurelles et non structurelles visant à mitiger les effets du changement climatique sur le risque d'incendie seront ensuite examinées et éventuellement mises en œuvre avec pour référence quelques zones pilotes. Par conséquent, une analyse profonde du climat et des indices de changement climatique dans la zone du projet (Sardaigne et Ligurie en Italie, Corse en France) a été menée pour offrir un cadre complet d'évaluation du risque d'incendie. Les données d'observations (pluie quotidienne et données de la température) concernant la période 1951–2008 ont été analysées en utilisant les séries de temps a) avec plus de 30 ans d'archives complètes, pour l'analyse de tendance, et b) avec plus de 20 ans d'archives complètes dans la période standard 1971–2000, pour l'analyse du climat. Plusieurs indices climatiques ont été analysés en considérant également les événements extrêmes.

Malheureusement, les données disponibles pour la Corse sont insuffisantes pour une analyse complète (données mensuelles de 8 stations uniquement) et par conséquent, une analyse très limitée a été faite. L'étude fournit une analyse globale des effets des conditions climatiques sur le statut moyen des différents types de combustibles et sur les scénarios de risque d'incendie, mettant ainsi en relief le biote et les zones de la région concernée la plus exposée aux effets du changement climatique sur leur vulnérabilité.

CF.13 - Regional frequency analysis by the L-moments approach of annual maxima of daily rainfall in Sardinia

Bodini A.¹, Entrade E.¹, Cossu Q.A.²

1. Institute of Applied Mathematics and Information Technology, via E. Bassini 15, 20133 Milano, Italy; 2. Environmental Protection Agency of Sardinia (ARPAS), via Rockefeller 58-60, 07100 Sassari, Italy

antonella.bodini@mi.imati.cnr.it, qacossu@arpa.sardegna.it

This research is part of the project PROTERINA-C, funded by the EU under the Italy-France Maritime Programme, aiming at investigating the effects that climate change could have on the environment in Sardegna, Liguria and Corsica. Frequency analysis is the estimation of how often a specified event will occur in a given place. If the considered event is rare, as in the case of extreme environmental events such as heavy rainfall, drought or flood, the lack of sufficient data makes it difficult to estimate its distribution. The regionalization concept uses data from nearby or similar sites to deal with this lack of data and estimate quantiles of the underlying variable at each site in some region which has been proved to be homogenous, that is where the frequency distribution of the events differs from site to site by a scale factor only. The results of a regional frequency analysis of annual maxima of daily precipitation in Sardinia are presented. The data set consists of daily time series from 144 pluviometric stations having more than 40 years of complete records from 1951-2000.

The analysis has been carried out following the approach based on L-moments introduced by Hosking & Wallis (1993), a computationally simple method providing accurate and robust estimates of the quantiles of a probability distribution. The obtained results are compared to the analysis presented in Deidda et al. (2000) and based on the TCEV model.

Keywords: annual maximum of daily rainfall, L-moments, Regional frequency analysis, Sardinia

Questa ricerca fa parte del progetto PROTERINA-C, finanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma Italia-Francia "Marittimo", che si propone di indagare sugli effetti che il cambiamento climatico potrebbe avere sull'ambiente (combustibili) e, a sua volta, sul rischio di incendio in Sardegna, Liguria e Corsica. Per analisi di frequenza si intende usualmente la stima di quanto spesso un evento, tipicamente un evento estremo, possa verificarsi in una certa località. Se gli eventi sono particolarmente estremi e rari, la stima della loro frequenza in una certa località è resa difficoltosa dall'insufficienza dei dati: obiettivo dell'analisi di frequenza regionale è trovare buone stime anche in questo caso, aumentando i dati a disposizione con dati da località diverse ma con distribuzione di frequenza simile a quella della località designata. Le località con distribuzione di frequenza simile sono dette formare una regione omogenea, e le distribuzioni differiscono tra loro solamente per un fattore di scala.

In questo lavoro si presentano i risultati di un'analisi regionale di frequenza dei massimi annui di precipitazione giornaliera in Sardegna, condotta secondo l'approccio basato sugli L-momenti introdotto da Hosking e Wallis (1993). I dati provengono da 144 stazioni pluviometriche con più di 40 anni di dati completi tra il 1951 ed il 2000. I risultati ottenuti vengono confrontati con l'analisi presentata in Deidda et al. (2000) e basata sul modello TCEV proposto da Rossi et al. (1984).

Cette recherche fait partie du projet PROTERINA-C financé par l'UE dans le cadre du Programme maritime Italie-France visant à étudier les effets du changement climatique sur l'environnement en Sardaigne, en Ligurie et en Corse. L'analyse de la fréquence est la prévision du nombre d'apparitions d'un événement spécifique à un lieu donné. Si l'événement en question est rare comme dans le cas d'événements environnementaux extrêmes tels que la forte pluie, la sécheresse ou une inondation, le manque de données suffisantes rend difficile la prévision de sa distribution. Le concept de régionalisation utilise les données de sites similaires ou avoisinants pour combler le manque de données et estimer les quantiles de la variable sous-tendant chaque site dans une région qui s'est avérée homogène, c'est-à-dire une région dans laquelle la distribution de la fréquence des événements diffère de site à site uniquement par un facteur d'échelle. Nous présentons les résultats d'une analyse de fréquence régionale du maximum annuel d'une précipitation quotidienne en Sardaigne. L'ensemble des données est constitué d'une série chronologique quotidienne de 144 stations pluviométriques ayant plus de 40 ans d'archives de 1951-2000.



L'analyse a été menée selon l'approche basée sur les moments L, introduite par Hosking et Wallis (1993), une méthode de calcul simple, donnant des prévisions solides et exactes des quantiles d'une distribution de probabilité. Les résultats obtenus sont comparés à l'analyse présentée dans Deidda et coll. (2000) et basée sur le modèle TCEV.

CF.I4 - Climate change effects on fire occurrence and spread in Sardinia and Corsica

Salis M.^{1,2}, Preisler H.³, Arca B.⁴, Ager A.A.⁵, Finney M.A.⁶, Santoni P.A.⁷, Spano D.^{1,2}

1. Department of Economics and Woody Plants Systems (DESA), Sassari, Italy; 2. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy; 3. USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Albany, USA; 4. National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy; 5. WWETAC, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Prineville, USA; 6. USDA Forest Service, Missoula Fire Sciences Laboratory, Missoula, USA; 7. SPE UMR 6134 CNRS – University of Corsica, Campus Grimaldi BP 52, 20250 Corte, France

miksalis@uniss.it, spano@uniss.it, hpreisler@fs.fed.us, b.arca@ibimet.cnr.it, aager@fs.fed.us, mfinney@fs.fed.us, santoni@univ-corse.fr

The projected impacts of climate change in the Mediterranean Basin are characterized by a great variability and by an increase in the occurrence of extreme weather events. The climate changes may increase the wildland fire risk for the Mediterranean forests due to the combined effect of air temperature increase and humidity decrease on fuel moisture, and to the reduction of cumulated precipitation and rainy days. In this work, we predict future wildfire incidence in Sardinia and Corsica, by developing a spatially explicit statistical model of wildfire probability and large fires occurrence based on landscape characteristics and weather conditions. Specifically, statistical models were built to explain current spatiotemporal patterns of wildfire incidence in terms of fire danger indices. We then calculated future fire danger rating indices from a regional climate model, and we applied these values to the statistical model to predict spatiotemporal patterns. The climate data predicted a future increase of the number of days with extreme fire weather conditions, which, in our modeling, led to a higher incidence of wildfires probability and large fires occurrence in the future.

Keywords: *climate change, wildfire incidence, spatial statistical model*

Gli impatti dei cambiamenti climatici futuri previsti per il Bacino del Mediterraneo si caratterizzano per una notevole variabilità e per l'incremento nell'occorrenza di eventi meteorologici estremi. I cambiamenti climatici potranno in futuro aumentare il rischio incendi per le foreste mediterranee a causa dell'effetto combinato dell'incremento della temperatura dell'aria e della riduzione dell'umidità atmosferica sull'umidità dei combustibili, e alla riduzione delle precipitazioni cumulate e dei giorni piovosi. In questo lavoro, il nostro obiettivo è prevedere l'incidenza futura degli incendi in Sardegna e Corsica, mediante lo sviluppo di un modello statistico esplicitato su scala spaziale per la stima della probabilità di incendio e di insorgenza di grandi incendi, sulla base delle caratteristiche del territorio e delle condizioni meteorologiche. Nello specifico, i modelli statistici sono stati dapprima sviluppati per interpretare gli attuali andamenti spazio-temporali dell'incidenza degli incendi in termini di indici di pericolosità degli incendi. Sono stati quindi calcolati gli indici di pericolosità potenziale futura degli incendi, a partire dai dati di un modello climatico regionale, e tali valori sono stati infine usati come input per il modello statistico per prevedere gli andamenti spazio-temporali degli incendi. I dati climatici utilizzati prevedono un incremento del numero di giornate con condizioni meteorologiche potenzialmente associate a eventi estremi, fatto che, secondo il modello statistico sviluppato, porterà a maggiori probabilità di incendio e di occorrenza di grandi incendi.

Les impacts projetés du changement climatique dans le bassin méditerranéen sont caractérisés par une grande variabilité et une augmentation de la survenue d'événements climatiques extrêmes. Les changements climatiques peuvent augmenter le risque d'incendie pour les forêts méditerranéennes du fait de la croissance de l'effet combiné de la température de l'air et de la diminution de l'humidité des combustibles, et de la réduction des précipitations cumulées et des jours pluvieux. Dans cette recherche, nous estimons l'incidence en Sardaigne et en Corse des incendies futurs en développant un modèle statistique explicite spatial de la probabilité d'incendie et l'occurrence de grands incendies sur la base des caractéristiques du paysage et des conditions climatiques. En particulier, des modèles statistiques ont été construits pour expliquer les profils spatio-temporels d'incidence des incendies sur les indices de risque d'incendie. Ainsi, nous calculons les indices de taux de risque d'incendie futurs à partir d'un modèle climatique régional et nous appliquons ces valeurs au modèle statistique pour prédire les profils spatio-temporels. Les données climatiques prévoient une croissance future du nombre de jours avec conditions climatiques favorables aux incendies



extrêmes qui, dans notre modélisation, entraînent une plus grande incidence de probabilité d'incendie et la survenue de vastes incendies dans l'avenir.

CF.I5 - Historical relationship between climate and fire regime in Asađı Köprüçay Basin (Antalya, Turkey)

Kavgacı A.¹, Salis M.^{2,3}, Arca B.⁴, Cosgun U.¹, Gungoroglu C.¹, Spano D.^{2,3}

1. Southwest Anatolia Forest Research Institute, Pob 264 07002 Antalya, Turkey; 2. Department of Economics and Woody Plants Systems (DESA), Sassari, Italy; 3. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy; 4. National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy

alikhavgaci1977@yahoo.com, miksalis@uniss.it, B.Arca@ibimet.cnr.it, ufukcosgun@gmail.com, cgungoroglu@yahoo.com, spano@uniss.it

In this work, we analyzed fire regime, climatic trend and relationships between fire and climate in the Asađı Köprüçay basin (Antalya, Turkey), an area of about 205,000 hectares. The study area is intensively affected by forest fires. Since the historical data on fires were consistent after 1979, we analyzed the historical period 1979-2009. Regarding the climate analysis, data of four meteorological stations representing the different climatic conditions of the study area were taken into consideration. Daily records of maximum, mean and minimum temperatures, precipitation, wind speed and direction, relative humidity were used for the analysis. In the study period, mean and minimum temperatures showed a statistically significant increasing trend with time. The trends of fire number, burned area and meteorological data were analyzed by using correlation and linear regression techniques. Regarding the historical trends in terms of fire number, no statistically significant trends were observed, because of the high inter-annual variability of the data. The burnt areas showed a general increasing trend that is not statistically significant. No statistically significant correlation between fire number and burnt area was observed. The relationships between weather parameters and the main indicators of fire activity: fire days (FD, at least 1 fire per day), large fire days (LFD, at least 20 hectares per day), multiple fire days (MFD, more than 1 fire per day), were investigated by the application of the logistic regression. The historical relationship between weather variables and the main indicators of the fire activity (FD, LFD, MFD) were analyzed by a set of logistic regression models. In particular, 4 models provided the best combined response in predicting the different fire activity indices on both annual and seasonal data. The different models were characterised by low estimation accuracies for FD, while the best results were obtained for LFD. Temperature and relative humidity were the weather variables mostly correlated with the fire activity probability. An increase in the accuracy was generally obtained where the 3 and 7 days minimum and maximum average values of temperature were used instead of the daily mean values of these weather variables.

Keywords: *Antalya, climate and fire, logistic regression, Turkey*

In questo lavoro, abbiamo analizzato il regime degli incendi, il trend climatico e le relazioni fra incendi e clima nel bacino di Asađı Köprüçay (Antalya, Turchia), un'area di superficie pari a circa 205,000 ettari. L'area in esame è intensamente soggetta a incendi boschivi. Poiché i dati storici sugli incendi sono accurati solo a partire dal 1979, abbiamo analizzato il periodo storico 1979-2009. In merito all'analisi climatica, abbiamo preso in considerazione i dati di quattro stazioni meteorologiche che rappresentano le diverse condizioni climatiche dell'area studio. Per l'analisi sono stati utilizzati i dati giornalieri di temperatura massima, media e minima, precipitazioni, velocità e direzione del vento, e umidità relativa. Nel periodo studio, le temperature medie e minime hanno mostrato un trend di incremento statisticamente significativo. I trend del numero degli incendi, della superficie percorsa e i dati meteorologici sono stati analizzati utilizzando tecniche di correlazione e regressione lineare. Per quanto riguarda i trend storici del numero di incendi, non è stato osservato alcun trend statisticamente significativo, a causa dell'elevata variabilità interannuale. Le aree percorse dagli incendi hanno mostrato un trend generale di crescita, che non è però risultato statisticamente indicativo. Nessuna correlazione statisticamente significativa è stata osservata fra il numero d'incendi e l'area percorsa. Le relazioni fra i parametri meteorologici e i principali indicatori di fire activity (giorni con incendio (FD, almeno 1 incendio al giorno), giorni con superfici estese percorse dagli incendi (LFD, almeno 20 ettari percorsi al giorno), giorni con incendi multipli (MFD, più di 1 incendio al giorno)) sono stati oggetto di analisi mediante regressione logistica. La relazione storica fra le variabili meteorologiche e i principali indicatori dell'attività degli incendi (FD, LFD, MFD) sono stati esaminati con diversi modelli di regressione logistica. In particolare, 4 modelli hanno fornito la miglior risposta combinata nel prevedere i diversi indici di attività di incendio

sia sui dati annuali sia su quelli stagionali. I diversi modelli si sono caratterizzati da scarsa precisione della stima di FD, mentre i migliori risultati sono stati ottenuti per LFD. La temperatura e l'umidità relativa sono risultate le variabili meteorologiche maggiormente correlate con la probabilità di incendi. In generale, si è ottenuta una maggiore accuratezza laddove sono stati utilizzati i valori medi della temperatura minima e massima di 3 e 7 giorni anziché i valori medi giornalieri di tali variabili meteorologiche.

Dans cette étude, nous analysons le régime des incendies, la tendance climatique et les relations entre les incendies et le climat dans le bassin de Asağı Köprüçay (Antalya, Turquie), une zone d'environ 205,000 ha. La zone d'étude est très concernée par les incendies de forêt. Puisque les données historiques sur les incendies sont devenues consistantes après 1979, nous avons analysé la période historique 1979-2009. En ce qui concerne l'analyse du climat, les données de quatre stations météorologiques représentant les différentes conditions climatiques de la zone étudiée ont été prises en considération. Les enregistrements quotidiens des valeurs maximum, moyennes et minimum des températures, des précipitations, de la vitesse et direction du vent, de l'humidité relative ont été utilisés pour l'analyse. Au cours de la période étudiée, les températures moyennes et minimum ont montré une tendance statistique à la croissance dans le temps. Les tendances du nombre d'incendies, zones brûlées et données météorologiques ont été analysées en utilisant les techniques de corrélation et de régression linéaire. En ce qui concerne les tendances historiques du nombre d'incendies, aucune tendance statistique importante n'a été observée du fait de la haute variabilité annuelle des données. Les zones brûlées ont montré une tendance générale à la hausse qui n'est pas statistiquement importante. Aucune corrélation statistique importante entre le nombre d'incendies et la zone brûlée n'a été observée. La relation entre les paramètres climatiques et les principaux indicateurs de l'activité d'incendie: les jours d'incendie (FD, au moins un incendie par jour), les jours de grands incendies (LFD, au moins 20 hectares par jour), jours d'incendies multiples (MFD, plus d'un incendie par jour), ont été examinés en leur appliquant la régression logistique. La relation historique entre les variables climatiques et les principaux indicateurs de l'activité d'incendie (FD, LFD, MFD) a été analysée à l'aide d'un ensemble de modèles de régression logistique. En particulier, 4 modèles ont donné la meilleure réponse combinée dans la prévision des différents indices d'activité d'incendie pour les données annuelles et saisonnières. Les différents modèles se sont caractérisés par une faible précision des estimations de FD, tandis que LFD a enregistré les meilleurs résultats. La température et l'humidité relative ont montré que les variables climatiques ont pour la plupart une corrélation avec la probabilité d'activité d'incendie. On a obtenu généralement une augmentation de la précision là où des valeurs moyennes minimales et maximales des températures de 3 et 7 jours ont été exploitées au lieu des valeurs moyennes quotidiennes des variables climatiques.

CF.I6 - Trends in number of fires and burned area and their relationships with climatic variables across regions in Spain during 1974-2008

Zavala G.¹, Urbieto I.R.¹, Rieiro I.¹, Bedía J.², Gutiérrez J.M.², Moreno J.M.¹

1. Departamento de Ciencias Ambientales, Universidad de Castilla-La Mancha, Av. Carlos III s/n, 45071 Toledo, Spain;

2. Santander Meteorology Group, Instituto de Física de Cantabria. CSIC-Universidad de Cantabria, Av. de los Castros 44, 39005 Santander, Spain

gonzalo.zavala@uclm.es

Understanding past trends in fire occurrence and the relationship between fire and climatic variables is of utmost importance in the Mediterranean countries. In this study we used the Canadian Fire Weather Index (FWI) and its components to determine what relationships exist between fire danger and monthly number of fires and burned area across Spain, and how these relationships have varied in the last 35 years. We analyzed fire statistics (number of fires and burned area, 1974-2008), and the ERA-40 reanalysis database (1974-2001) as input for constructing the FWI. We performed trend analysis and maximum likelihood fire-climate models for the various regions within peninsular Spain and the Balearic Islands. Despite the overall trend of increasing FWI in most of Spain during the last decades, our study shows that different regions have been undergoing different trends. While in some regions an increasing trend in the number of fires was detected, in others the opposite trend was detected. Some regions did not exhibit any pattern in burned area, but in some a decreasing trend was demonstrated. In addition, we found significant relationships between the number of fires and monthly burned area and fire danger indices considering just the meteorological variables. In general, as FWI increased more fires or more burned area occurred. In the most Northern regions, where milder climatic conditions and lower fire danger indices are prevalent, fire activity was highest and so were the correlations between the number of fires and burned area. However, Central, Southern and Eastern regions showed no fires below a threshold (FWI of 5 to 10), but then, fire activity increased up to values of FWI of 40-50. It is remarkable that the relationships varied among regions, some having a saturating-type of relationship while others a more exponential one. The goodness of fit and the variance explained by the models was remarkable for some regions. Most of the Mediterranean regions were the most poorly related to the FWI. Therefore, at least some of the regions with greatest fire activity were not predictable. Overall, our study shows that annual burned area is not increasing in Spain in most regions, and even decreasing in some, despite increased fire danger conditions. Yet, the significant relationships between FWI and burned area indicates that ignitions and fire fighting capacity might be controlling the lack of, or negative, trend in burned area demonstrated for some regions.

Keywords: burned area, climate, Fire Weather Index, fire risk, Mediterranean

Comprendere le tendenze del passato nell'incidenza degli incendi e il rapporto fra questi ultimi e le variabili climatiche è di massima importanza per i paesi del Mediterraneo. In questo studio abbiamo utilizzato l'indice canadese Fire Weather Index (FWI) e le sue componenti per determinare quali relazioni esistevano fra il pericolo d'incendio e il numero d'incendi mensili con l'area incendiata in tutta la Spagna, e come queste sono cambiate negli ultimi 35 anni. Abbiamo esaminato le statistiche sugli incendi (numero d'incendi e area colpita, 1974-2008) e il database di ri-analisi ERA-40 (1974-2001) come elementi per realizzare l'indice FWI. Abbiamo eseguito l'analisi del trend e i modelli di massima probabilità di clima favorevole agli incendi per le varie regioni all'interno della Spagna peninsulare e delle Isole Baleari. Nonostante il complessivo aumento dell'indice FWI, in gran parte della Spagna negli ultimi decenni, il nostro studio rivela che le varie regioni hanno avuto dei trend differenti. Mentre in alcune è stato individuato un trend in aumento del numero degli incendi, in altre regioni è stato individuato un trend opposto. Alcune regioni non hanno mostrato nessuno schema tipico nell'area incendiata, ma in alcune altre è stato evidenziato un trend in diminuzione. Inoltre, abbiamo riscontrato delle relazioni indicative fra il numero d'incendi e l'area incendiata mensilmente e gli indici del pericolo d'incendio considerando solo le variabili meteorologiche. In genere, parallelamente all'aumento dell'indice FWI c'è stata una maggior incidenza di incendi o di aree colpite. Nelle regioni più a nord, dove sussistono condizioni climatiche più miti e indici più bassi di pericolo d'incendio, l'attività incendiaria è stata maggiore così come la correlazione fra il numero di incendi e l'area colpita. Tuttavia, le regioni Centrali, Meridionali e Orientali non hanno rivelato presenza di incendi al di sotto della soglia (FWI da 5 a 10), ma poi, l'attività incendiaria è aumentata fino a valori di FWI fra 40 e 50. C'è da notare che le relazioni variavano fra le

regioni, alcune con un tipo di relazione di saturazione mentre altre con un tipo di relazione più esponenziale. La bontà del fit e la varianza spiegata dai modelli è stata notevole per alcune regioni. La maggior parte delle regioni mediterranee era la più scarsamente rapportabile all'indice FWI. Pertanto, almeno alcune delle regioni con maggiore attività incendiaria non sono state prevedibili. Nel complesso, il nostro studio rivela che l'area incendiata annualmente in Spagna non è in via di aumento in gran parte delle regioni, e in alcune è addirittura in diminuzione, nonostante le condizioni di pericolo d'incendio siano aumentate. Eppure, le significative relazioni fra l'indice FWI e l'area incendiata indicano che gli inneschi e la capacità di estinzione degli incendi potrebbero spiegare la mancanza di un trend, o il trend negativo, nelle aree incendiate come dimostrato in alcune regioni.

Comprendre les tendances passées de l'apparition des incendies et la relation entre les variables climatiques et l'incendie est d'une importance capitale dans les pays méditerranéens. Dans cette étude, nous avons utilisé l'indice climatique d'incendie canadien (FWI) et ses composantes pour déterminer la relation qui existe entre le risque d'incendie et le nombre mensuel d'incendies et de zones brûlées en Espagne, ainsi que la façon dont ces relations ont varié dans les dernières 35 années. Nous avons analysé les statistiques d'incendie (nombre d'incendie et zones brûlées, 1974-2008) et la ré-analyse ERA-40 de la base de données (1974-2001) comme données de construction du FWI. Nous avons fait une analyse de tendance et des modèles climat-probabilité d'incendie pour les diverses régions de l'Espagne péninsulaire et des îles Baléares. Malgré la tendance globale d'un accroissement du FWI en Espagne pendant les dix dernières années, notre étude montre que les différentes régions ont enregistré des tendances différentes. Alors que dans certaines régions l'on a observé une tendance croissante du nombre d'incendies, l'opposé a également été observé dans d'autres. Certaines régions n'ont pas présenté de profil de zones brûlées, mais dans d'autres, une tendance en baisse a été démontrée. Par ailleurs, nous avons noté des relations importantes entre le nombre d'incendies et les zones brûlées par mois et les indices de risque d'incendie sur la seule base des variables météorologiques. En général, lorsque le FWI a augmenté, il y a eu plus d'incendies ou d'aires brûlées. Dans la plupart des régions du nord, où les conditions climatiques tempérées et des indices de risque d'incendie plus faibles sont prédominants, l'activité d'incendie s'est avérée plus élevée tout comme les corrélations entre le nombre d'incendies et les zones brûlées. Cependant, les régions centrale, australe et orientale ont présenté des incendies en dessous d'un seuil (FWI de 5 à 10), mais l'activité d'incendie a augmenté les valeurs de FWI de 40-50. L'on a observé que les relations variaient entre les régions, dont certaines avaient un type de relation saturée, tandis que d'autres présentaient un type plus exponentiel. Le degré d'ajustement et la variance expliqués par les modèles ont été observés pour certaines régions. La plupart des régions méditerranéennes présentaient le lien le moins évident avec le FWI. Par conséquent, au moins certaines régions ayant la plus grande activité d'incendie n'étaient pas prévisibles. En général, notre étude montre que la zone brûlée annuelle n'augmente pas dans bon nombre de régions d'Espagne et ne décroît pas non plus dans d'autres, malgré l'augmentation des conditions du risque d'incendie. Ainsi, la relation pertinente entre FWI et la zone brûlée indique que les inflammations et la capacité de lutte contre l'incendie peuvent contrôler le manque de tendance, ou la tendance négative, dans la zone brûlée que connaissent certaines régions.

CF.18 - Use of long-term weather forecasts in fire season planning

Kalin L., Mokoric M.

Meteorological and Hydrological Service of Croatia, Gric 3, Zagreb, Croatia

kalin@cirus.dhz.hr, mokoric@cirus.dhz.hr

Introduction. Croatia is a Mediterranean country, and therefore is affected by so called 'climate of olive', represented by dry and hot summers (average temperature of the warmest month is higher than 22°C). Since forest and wooded area cover 35% total land, this results in numerous forest fires, particularly in the summer season. Last decade (period 2001-2010) was particularly severe. In year 2003, which was extremely hot and dry, 12 big fires occurred, and 3 even in the mountain region. The biggest accident in the Croatian history of fire-fighting is the Kornati fire (in 2007), that ended with 12 dead and one heavily injured fire-fighter. At that point, 3 out of 4 Canadair planes were not available, so a necessity for better planning has been pointed. Since there is obvious association between weather conditions and forest fires, and due to recent climate changes, we try to investigate potential value of long term weather forecast (lead time 1 to 6 months) in prediction of forest fire hazard. Methods and Conclusion. Long term forecasts of European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF) predict anomalies of several climatological elements, such as temperature, precipitation and pressure. Verification of these forecasts shows there is a potential value, but also some deficiencies of such forecasting systems. Although the signal is very often too weak, and there is a significant bias for some elements (such as strong negative bias for mean 2 m temperature), forecasting system has some skill in resolving periods (weeks, months) with positive/negative anomaly of particular meteorological element. This skill is expected to be improved in the future. In this study, monthly forecasts (with daily and weekly anomaly forecast for period of 32 days in advance), as well as seasonal forecasts (with monthly anomaly for 6 months in advance) were employed. For several points on the Adriatic coast, these values were compared to calculated mean values of Canadian Fire Weather Index (FWI). Although the relations between these can be rather complicated (particularly in case of precipitation), the results exhibit correlation between forecasted climatological anomalies and FWI. It is more pronounced for temperature and precipitation, and less for the pressure. Such correlation can be used as the objective guidance for interpreting long term forecasts in terms of forest fire danger. Furthermore, these forecasts can be employed for creating a FWI index prognostic system. Such forecast would undoubtedly improve planning of the fire-fighting activities.

Keywords: *forest fires, long term weather forecast*

Introduzione. La Croazia è un paese del Mediterraneo e pertanto è colpito dal cosiddetto 'clima dell'olivo', rappresentato da estati secche e calde (con temperatura media nel mese più caldo di oltre 22°C). Poiché l'area forestale e boschiva copre il 35% del territorio totale, ciò può causare numerosi incendi boschivi, in particolare nella stagione estiva. L'ultimo decennio (periodo 2001-2010) è stato particolarmente duro. Nell'anno 2003, che è stato estremamente caldo e asciutto, si sono verificati 12 vasti incendi e 3 persino nella regione montana. L'incidente più grave nella storia croata di lotta agli incendi è stato l'incendio di Kornati (nel 2007), che ha causato 12 vittime e gravemente ferito un pompiere. In quel momento, 3 su 4 aerei Canadair non erano disponibili, quindi è emersa l'esigenza di una pianificazione più adeguata. Poiché esiste un'evidente relazione fra le condizioni atmosferiche e gli incendi boschivi, e a causa dei recenti cambiamenti climatici, cerchiamo di indagare sul valore potenziale delle previsioni meteorologiche a lungo termine (intervallo da 1 a 6 mesi) per poter prevedere il rischio di incendi forestali. Metodi e conclusione. Le previsioni a lungo termine del Centro Europeo per le Previsioni Meteo a Medio Termine (ECMWF) prevedono anomalie di alcuni elementi climatologici, come la temperatura, le precipitazioni e la pressione. La verifica di queste previsioni mostra che esiste un valore potenziale, ma ci sono anche delle carenze in questi sistemi di previsione. Benché il segnale sia molto spesso troppo debole, e ci sia una rilevante influenza di alcuni elementi (come la forte influenza negativa della temperatura media a 2 m), il sistema di previsione ha una certa capacità nel determinare i periodi (settimane, mesi) con anomalia positiva/negativa di un particolare elemento meteorologico, e si prevede che tale capacità migliori nel futuro. In questo studio, sono state adottate le previsioni mensili (con una previsione di anomalia giornaliera e settimanale per un periodo di 32 giorni d'anticipo), così come le previsioni stagionali (con anomalia mensile per 6 mesi d'anticipo). Per diversi punti sulla costa adriatica, questi valori sono stati confrontati con i valori medi calcolati in base al Fire Weather Index (FWI) canadese. Sebbene le

relazioni fra questi possano essere piuttosto complesse (in particolare in caso di precipitazioni), i risultati mostrano una correlazione fra le anomalie climatologiche previste e l'indice FWI. È più evidente per la temperatura e le precipitazioni e meno per la pressione. Tale correlazione può essere utilizzata come guida oggettiva per interpretare le previsioni a lungo termine del rischio di incendi boschivi. Inoltre, queste previsioni possono essere impiegate per creare un sistema di prognosi con indice FWI. Un tale sistema di previsione migliorerebbe decisamente la pianificazione delle attività di lotta agli incendi.

Introduction. La Croatie est un pays méditerranéen. Elle est donc concernée par le «climat d'olive» caractérisé par des étés chauds et secs (la température moyenne du mois le plus chaud est supérieure à 22°C). La forêt et les zones boisées couvrant 35% du sol total, ceci entraîne de nombreux incendies de forêt, particulièrement en été. Les dix dernières années (période 2001-2010) ont été particulièrement touchées. En 2003, année extrêmement chaude et sèche, 12 grands incendies ont eu lieu et 3 ont même eu lieu dans la région montagneuse. Le plus grand accident de l'histoire de la lutte contre l'incendie en Croatie est l'incendie de Kornati (en 2007) qui s'est soldé par 12 morts et un pompier gravement blessé. Trois des quatre Canadiens étaient indisponibles et la nécessité d'une meilleure planification a été soulignée. Puisqu'il existe une association évidente entre les conditions climatiques et les incendies et du fait des récents changements climatiques, nous avons mené une recherche sur la valeur potentielle d'une prévision climatique à long terme (intervalle 1 à 6 mois) en prévision du risque d'incendie. Méthodes et conclusion. Les prévisions à long terme du Centre européen pour les prévisions météorologiques à moyen terme (ECMWF) prévoient les anomalies de plusieurs éléments climatologiques graves, tels que la température, les précipitations et la pression. La vérification de ces prévisions montre qu'il existe une valeur potentielle, mais également certains déficits des systèmes de prévision. Bien que le signal soit le plus souvent faible et qu'il existe une subjectivité importante pour certains éléments (comme la subjectivité négative pour la température moyenne de 2 m), le système de prévision est en mesure de déterminer les périodes (semaines, mois) avec une anomalie négative/positive d'un élément météorologique particulier. Cette aptitude devrait s'améliorer dans le futur. Dans cette étude, les prévisions mensuelles (avec des anomalies quotidiennes et hebdomadaires pour une période de 32 jours à l'avance) et des prévisions saisonnières (avec une anomalie mensuelle pour 6 mois à l'avance) ont été utilisées. Pour plusieurs lieux sur la côte Adriatique, ces valeurs ont été comparées aux valeurs moyennes calculées de l'indice climatique d'incendie canadien (FWI). Bien que les relations entre ces éléments soient complexes (notamment dans le cas de précipitations), les résultats montrent une corrélation entre les anomalies climatologiques prévues et le FWI. Elles sont plus prononcées pour la température et les précipitations, et moins pour la pression. Cette corrélation peut être utilisée comme directive objective pour l'interprétation des prévisions à long terme du risque d'incendie de forêt. De plus, ces prévisions peuvent être utilisées pour la création d'un système de pronostic d'indice FWI. Ceci améliorerait sans aucun doute la planification des activités de lutte contre les incendies.

CF.19 - SIGYM-3: new approaches for the transfer of technology in the assessment on forest fire meteorology and fire management

Torres L., Caballero D., Ribalaygua J., Quesada C.

MeteoGRID, Almansa, 88, 28040, Madrid, Spain

luis@meteogrid.com, david@meteogrid.com, jrb@meteogrid.com, clara@meteogrid.com

This poster presents the main elements in the performance of assessment on forest fire meteorology and fire management provided in real fires in Spain in the 2009 fire campaign, in the aim of transferring research results in the form of services through Internet. SIGYM-3 is a Web-based evolution of the SIGYM-I (2002) and SIGYM-2 (2004) forecast and risk mapping systems, developed by MeteoGRID team, which provide assessment services since 2002 to fire services in several regional Administrations in Spain. This new version incorporates information tools for the generation of daily reports on the meteorological conditions and the performance of simulations and several risk indexes adapted to the particularities of the regions of interest. A number of strategies, based on the suggestions and needs of end-users in the fire fighting services, for the system operation and use are provided, as well as their validation in the 'ground truth' field, such as the use of paper reports tailored and automated, or the communication through telematic services. The poster also explores the development, implementation and use of a couple of indexes which follow a different approach in terms of calculation, namely the wildland-urban interface risk index and the fire consolidation index. Both indexes consider in their calculation the fire behaviour characteristics of the neighbouring points, thus performing topological analysis of territory. Several examples of real application, which provides a view into the problems and solutions of practical implementation, regarding several large fires in Spain in the 2009 campaign.

Keywords: daily reports, fire index, fire management, fire meteorology, fire prevention, fire simulation, large fires, meteorological and climatic factors, risk mapping, Spain, web services, wildland urban interface.

Questo poster presenta gli elementi principali nella realizzazione della rilevazione meteorologica relativa agli incendi boschivi e nella loro gestione forniti in incendi realmente verificatisi in Spagna, nella campagna antincendi del 2009, allo scopo di trasferire i risultati della ricerca sotto forma di servizi attraverso internet. SIGYM-3 è un'evoluzione su base web dei sistemi di mappatura del rischio e di previsione SIGYM-I (2002) e SIGYM-2 (2004), ottenuta dall'équipe MeteoGRID, che fornisce servizi di rilevazione dal 2002 ai servizi antincendio in diverse amministrazioni regionali spagnole. Questa nuova versione comprende strumenti informativi per la generazione di rapporti quotidiani sulle condizioni meteorologiche e sulla realizzazione di simulazioni e di diversi indici di rischio adattati alle particolarità delle regioni d'interesse. Vengono fornite una serie di strategie, basate sui suggerimenti e i bisogni degli utenti finali dei servizi antincendio, per il funzionamento e l'uso del sistema, insieme alla loro validazione in campo come 'verità di base', come l'uso di rapporti cartacei su misura e automatizzati, o comunicazioni mediante i servizi telematici. Il poster esplora anche lo sviluppo, la realizzazione e l'uso di un paio d'indici che seguono un diverso approccio in termini di calcolo, in particolare l'indice di rischio dell'interfaccia urbano-rurale e l'indice di consolidamento del fuoco. Entrambi gli indici nel loro calcolo considerano le caratteristiche del comportamento dell'incendio nei punti circostanti, eseguendo così un'analisi topologica del territorio. Saranno presentati diversi esempi di applicazione reale che danno una panoramica dei problemi e delle soluzioni da mettere in pratica, relativamente a diversi incendi estesi avvenuti in Spagna nella campagna del 2009.

Cet article présente les principaux éléments de la performance d'évaluation de la météorologie d'incendie de forêt et la gestion de l'incendie fournie lors des incendies réels en Espagne au cours de la campagne de lutte contre l'incendie de 2009. L'objectif est de transférer les résultats de la recherche sous forme de services à travers Internet. SIGYM-3 est une évolution des systèmes de cartographie du risque et des prévisions SIGYM-I (2002) et SIGYM-2 (2004), basé sur Internet; il a été mis sur pied par l'équipe MeteoGRID, qui offre des services d'évaluation depuis 2002 aux services de lutte contre les incendies de plusieurs administrations régionales en Espagne. Cette nouvelle version intègre des outils d'information pour la production de rapports quotidiens sur les conditions météorologiques et la réalisation de simulations, ainsi que de plusieurs indices de risque adaptés aux particularités des régions concernées.

Elle fournit bon nombre de stratégies, basées sur les suggestions et les besoins des utilisateurs finaux des services de lutte contre les incendies, pour le fonctionnement et l'utilisation du système, ainsi que leur validation dans le champ « ground truth », notamment l'utilisation de rapports sur papier taillés sur mesure et automatisés, ou la communication à travers les services télématiques. La recherche explore également le développement, la mise en œuvre et l'utilisation d'une paire d'indices qui répondent à une approche différente au plan du calcul, notamment l'indice de risque de l'interface péri-urbaine et l'indice de consolidation de l'incendie. Ces deux indices prennent en considération, dans leur calcul, les caractéristiques du comportement de l'incendie dans des points avoisinants, soit une analyse topologique du territoire. Plusieurs exemples d'application réelle donnent un aperçu des problèmes et des solutions de la mise en œuvre pratique concernant les grands incendies en Espagne pendant la campagne de 2009.

CF.20 - Potential impact of climate change on length of ignition danger season in Mediterranean shrubland of North Sardinia

Pellizzaro G.¹, Arca B.¹, Ventura A.¹, Duce P.¹, Bacciu V.^{2,3}, Scoccimarro E.^{4,5}

1. National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy; 2. Department of Economics and Woody Plants Systems (DESA), Sassari, Italy; 3. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy; 4. National Institute for Geophysics and Volcanology (INGV), Bologna, Italy; 5. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, ANS Division, Bologna, Italy

g.pellizzaro@ibimet.cnr.it

The flammability of vegetation is influenced by several factors that include structural properties, chemical properties and moisture content. The fuel moisture content is one of the critical parameters affecting fire ignition and fire propagation. In addition, live fuel moisture content (FMC) plays a crucial role in determining the fire danger in Mediterranean shrubland. In these types of ecosystems, a decrease in vegetation moisture during drought season can determine severe fire danger when combined with extreme meteorological conditions (i.e. strong summer wind). In this context, more prolonged drought seasons induced by climatic changes is likely to influence directly the FMC and the length of critical periods of high ignition danger. The main aim of this work is to propose a methodology to identify the length of critical periods of high ignitability danger in maquis ecosystems by using meteorological data in order to predict the potential impacts at local scale of climate change on the length of fire danger season in Mediterranean shrubland. Moisture content of live fuel was determined periodically during five years on four shrub species (*Cistus monspeliensis* L., *Juniperus phoenicea* L., *Pistacia lentiscus* L., and *Rosmarinus officinalis* L.). Some meteorological drought codes were also calculated. Threshold values of codes for estimating the starting and ending dates of high ignition danger periods were estimated by percentile and logistic analysis. Then, the potential climate change impacts on length of ignition danger season in Mediterranean Basin shrublands was determined using the meteorological code and future climate scenarios at local scale derived from an advanced high resolution Regional Climate Model.

Keywords: *Live fuel moisture content, Mediterranean shrubs, Forest fires, Climate change*

L'insorgenza degli incendi boschivi e l'entità della sua propagazione dipendono da una serie di fattori di tipo topografico, meteorologico e vegetazionale. L'infiammabilità della vegetazione, in particolare, dipende sia dalle caratteristiche chimiche e strutturali sia dal contenuto di acqua. L'umidità del combustibile della frazione viva esercita inoltre una grande influenza sul pericolo di incendio in sistemi a macchia mediterranea. In questo tipo di ecosistemi, la diminuzione dell'umidità del combustibile, legata all'aridità estiva, unitamente alla presenza di condizioni meteorologiche estreme possono determinare un elevato pericolo di incendio. In questo contesto, una maggiore durata delle condizioni di aridità, indotta dai cambiamenti climatici in ambiente mediterraneo, potrebbe influire direttamente sul contenuto d'acqua del combustibile vegetale e sulla lunghezza della stagione ad elevato pericolo. Obiettivo principale di questo lavoro è quello di proporre una metodologia per identificare, a partire da dati meteorologici, la lunghezza della stagione caratterizzata da elevato pericolo di incendio negli ecosistemi a macchia mediterranea al fine di prevedere, a scala locale, i potenziali impatti dei cambiamenti climatici sulla durata del periodo considerato critico per l'insorgenza di incendi boschivi. Lo studio è stato condotto in un'area costiera della Sardegna nord occidentale ricoperta da vegetazione a macchia Mediterranea. Ogni due settimane, per cinque anni, l'umidità della frazione fine viva del combustibile è stata misurata sulle seguenti specie dominanti la copertura: *Cistus monspeliensis* L., *Juniperus phoenicea* L., *Pistacia lentiscus* L. e *Rosmarinus officinalis* L. Per tutta la durata della prova, sono state registrate le variabili meteorologiche e sono stati calcolati alcuni indici di aridità. I valori soglia dei diversi indici da utilizzare per la stima della data iniziale e finale dei periodi caratterizzati da elevato pericolo di innesco sono stati stimati attraverso l'uso dell'analisi logistica e percentile. Infine, il potenziale impatto dei cambiamenti climatici è stato determinato applicando i codici di aridità agli scenari climatici futuri derivati a scala locale da un Modello Climatico Regionale ad alta risoluzione.

L'inflammabilité de la végétation est influencée par plusieurs facteurs notamment les propriétés structurales et chimiques, ainsi que la teneur en eau. La teneur en eau du combustible est l'un des paramètres critiques qui concernent l'inflammation et la propagation de l'incendie. Par ailleurs, la teneur en eau des combustibles vivants (FMC) joue un rôle capital dans la détermination du risque d'incendie dans la zone arbustive méditerranéenne. Dans ces types d'écosystèmes, une diminution de la teneur en eau de la végétation pendant la saison sèche peut déterminer un risque grave d'incendie lorsqu'elle est combinée à des conditions météorologiques extrêmes (c'est-à-dire le vent fort d'été). Dans ce contexte, des saisons sèches plus longues, provoquées par des changements climatiques, semblent influencer directement la FMC et la durée des périodes critiques de risque élevé d'inflammation. L'objectif principal de ce travail est de proposer une méthodologie d'identification de la durée des périodes critiques de risque élevé d'inflammabilité dans les écosystèmes du maquis, en utilisant les données météorologiques, de manière à prévoir à l'échelle locale les impacts potentiels du changement climatique sur la durée de la saison de risque d'incendie dans la zone arbustive de la Méditerranée. La teneur en eau du combustible vivant a été déterminée périodiquement pendant cinq ans sur quatre espèces arbustives (*Cistus monspeliensis* L., *Juniperus phoenicea* L., *Pistacia lentiscus* L. et *Rosmarinus officinalis* L.). Certains codes météorologiques de sécheresse ont également été calculés. Les valeurs seuil des codes pour la prévision des dates de commencement et de fin des périodes de risque élevé d'inflammation ont été estimées par analyse par percentile et logistique. Ensuite, les impacts potentiels des changements climatiques sur la durée de la saison de risque d'inflammation dans les zones arbustives du bassin méditerranéen ont été déterminés en utilisant le code météorologique et les futurs scénarios climatiques à l'échelle locale dérivée d'un modèle climatique régional avancé haute résolution.

CF.21 - Automatic optimisation to improve wind field predictions

Ghisu T., Arca B., Pellizzaro G., Ventura A., Arca A., Duce P.

National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy

t.ghisu@ibimet.cnr.it

A number of studies have reported on the application of computational fluid dynamics (CFD) models to produce high resolution data of wind flow. CFD models are based on the numerical solution of a number of partial differential equations expressing conservation of mass, momentum and energy (when buoyancy effects are not negligible) and make use of a number of simplifications (turbulence models) to reduce the range of length scales which are directly resolved. Most of these works validate the proposed approaches in simplified domains, where separated flows and recirculation regions are limited. In addition, application of CFD models requires a precise specification of both simulation domain characteristics and boundary conditions (in terms of flow direction and intensity); unfortunately, especially in areas characterised by complex terrains, measured data of wind intensity and direction collected close to the limits of the computational domain (fundamental to prescribe appropriate boundary conditions) are often not available. The aims of this work were (1) to develop a methodology for simulating wind flow in domains with complex orography, by matching data within the domain, (2) to compare wind fields predicted by different commercial or open-source software and (3) to validate the simulation results on a set of experimental data collected in different areas of the computational domain. More specifically, CFD simulations were linked to an automatic optimisation system developed by the authors based on a pattern search algorithm, which attempts to minimise two functions (deviation of wind speed and direction) at a number of prescribed locations within the domain where experimental data are available. A kriging approximation was used to accelerate convergence to a minimum. The study demonstrates the capabilities of the proposed approach in simulating wind flow in areas characterised by a complex topography and uncertainty in boundary conditions.

Keywords: *wind predictions, CFD*

Numerosi studi hanno dimostrato l'applicabilità della fluidodinamica numerica (CFD) per produrre mappe di vento ad alta risoluzione. I modelli CFD sono basati sulla risoluzione numerica di varie equazioni alle derivate parziali che esprimono la conservazione della massa, della quantità di moto e dell'energia (necessaria quando gli effetti termici non sono trascurabili) e utilizzano alcune semplificazioni (modelli di turbolenza) per ridurre la gamma di scale spaziali e temporali risolte direttamente. La maggior parte degli studi verifica l'approccio proposto in domini semplificati, in cui le zone di separazione e ricircolo sono limitate. Inoltre, l'applicazione di modelli CFD richiede che sia le caratteristiche del dominio che le condizioni al contorno (direzione e intensità) siano specificate con precisione; sfortunatamente, soprattutto in porzioni di territorio caratterizzate da un'orografia complessa, dati sperimentali di direzione e intensità del vento in prossimità dei limiti del dominio di calcolo (fondamentali per assegnare condizioni al contorno appropriate) spesso non risultano disponibili. Gli obiettivi di questo lavoro sono stati: (1) lo sviluppo di una metodologia per simulare il comportamento del vento in territori ad orografia complessa, minimizzando lo scarto rispetto ai dati sperimentali a disposizione, (2) il confronto tra i risultati forniti da software commerciali e open-source, (3) la validazione dei risultati delle simulazioni tramite un set di dati sperimentali raccolti in diverse zone del dominio simulato. In particolare, le simulazioni numeriche sono state interfacciate a un sistema di ottimizzazione numerica sviluppato dagli autori e basato su una ricerca "pattern search", che tenta di minimizzare due funzioni (lo scarto di direzione e intensità del vento) in vari punti del dominio dove sono disponibili dati sperimentali. Un'approssimazione tramite Kriging è stata utilizzata per accelerare la convergenza. Lo studio dimostra l'applicabilità del metodo proposto nel simulare il comportamento del vento in aree caratterizzate da orografia complessa e condizioni al contorno incerte.

Bon nombre d'études ont traité de l'application des modèles de la mécanique numérique des fluides (CFD) pour produire les données haute résolution du flux du vent. Les modèles CFD sont basés sur la solution numérique d'un nombre d'équations différentielles partielles exprimant la conservation de la masse, le moment et l'énergie (lorsque les effets de flottabilité ne sont pas négligeables), et ils utilisent un certain nombre de simplifications (modèles de

turbulence) afin de réduire l'intervalle des échelles de longueur qui sont résolues directement. La plupart de ces travaux ont validé les approches proposées dans les domaines simplifiés où les flux séparés et les régions de recirculation sont limités. Par ailleurs, l'application des modèles CDF nécessite une spécification précise des caractéristiques du domaine de simulation et des conditions limite (en termes de direction et d'intensité du flux); malheureusement, et plus particulièrement dans les zones caractérisées par les terrains complexes, les données mesurées de l'intensité et de la direction du vent collectées près des limites du domaine de calcul (fondamental pour la prescription de conditions limites) souvent ne sont pas disponibles. Ce travail vise à: (1) développer une méthodologie de simulation du flux du vent dans les domaines à orographie complexe en faisant correspondre les données avec le domaine; (2) comparer les champs du vent prévus par différents logiciels commerciaux ou source libre, et (3) valider les résultats de simulation sur un ensemble de données expérimentales collectées dans différentes zones du domaine de calcul. Pour être plus précis, les simulations CFD ont été liées à un système automatique d'optimisation, développé par les auteurs et basé sur un algorithme de recherche de modèle, qui tente de minimiser deux fonctions (la déviation de la vitesse et de la direction du vent) à un nombre prescrit d'emplacements dans le domaine où des données expérimentales sont disponibles. On a utilisé une approximation kriging pour accélérer la convergence vers un minimum. L'étude montre les capacités de l'approche proposée dans la simulation du flux du vent dans les zones caractérisées par une topographie complexe et l'incertitude aux conditions limites.

CF.22 - Potential changes in fire probability and severity under climate change scenarios in Mediterranean areas

Arca B.¹, Pellizzaro G.¹, Duce P.¹, Salis M.^{2,3}, Bacciu V.^{2,3}, Spano D.^{2,3}, Ager A.A.⁴, Finney M.A.⁵, Scoccimarro E.⁶

1. National Research Council of Italy, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy; 2. Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy; 3. Euro Mediterranean Center on Climate Change (CMCC), Impacts on Agriculture Forests and Natural Ecosystems (IAFENT), Sassari, Italy; 4. WWETAC, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Prineville; 5. USDA Forest Service, Missoula Fire Sciences Laboratory, Missoula; 6. CMCC - Euro-Mediterranean Centre for Climate Change, ANS Division, Bologna, Italy

b.arca@ibimet.cnr.it, miksalis@uniss.it, aager@fs.fed.us, mfinney@fs.fed.us, scoccimarro@bo.ingv.it

Complex and non-linear relationships among vegetation, weather patterns, and topography are responsible for wildfire probability and severity at landscape scales. Consequently, the study of potential climate change impacts on wildfire probability can be expected to have additional sources of error and uncertainty, with respect to the well known uncertainties in the future climate projections. This will be especially true in the areas of the world, as the Mediterranean basin, characterised by a high spatial variability of the factors affecting the meteorological conditions at local scale, and therefore the wildland fire behaviour; in such areas investigations of climate change effects require the use of high resolution climate models, more suitable for regional scale applications. Finally, additional inaccuracies may arise from the difficulties to account for the impacts on wildfires due to indirect effects of climate on vegetation growth, seasonality, and composition. The aim of this work is (1) to analyze the historical weather conditions associated with severe fire days, (2) to estimate burn probability and fire severity under different weather scenarios, and (3) to assess the future changes in burn probability under several climate change scenarios for the Mediterranean area. Climatic data used in this study were generated by the Regional Climate Model (RCM) EBU-POM developed by the Belgrade University in cooperation with the CMCC. The climate projections were generated as part of the "Simulations of climate change in the Mediterranean area" (SINTA) Project. The baseline climate scenario was forced by the 20C3M greenhouse gas scenario in order to simulate the current Mediterranean climate for the baseline reference period 1961-1990. A future climate scenario was generated using the forcing agents defined by the AIB SRES greenhouse gas emission scenario, in order to produce a simulated climate for the period 2071-2100. The RCM data used in this study were characterized by a 6 hours time step, a spatial resolution of 20 km, and a simulation domain covering the southern Italy. The baseline reference data were compared with the Climate Research Unit (CRU) data and were used to identify weather conditions that generated historical severe fire days, and to generate several daily and hourly reference weather streams for modeling fires. We then generated burn probability maps for the baseline (1961-1990) and future (2071-2100) climate scenarios using the minimum travel time (MTT) fire spread algorithm of as implemented in a command line version of FlamMap called "Randig". Extensive testing over the years has demonstrated that the MTT algorithm can accurately predict fire spread and replicate large fire boundaries on heterogeneous wildlands in the USA and elsewhere. Both random ignition points and historic ignition pattern were used in the simulations. The anomalies in burn probability and fire severity (burned area, rate of spread, fireline intensity, flame length) between baseline and AIB gas emission scenarios were analyzed in order to identify the areas with increasing frequencies of extreme fire events and new potential fire prone areas. The experimental results showed an increasing trend in fire probability and severity in several areas, as well as great differences among fuel types. For these reasons, climate change impacts on fire frequency and intensity are likely to pose problems and challenges for natural landscapes and wildland-urban interfaces in the Mediterranean area

Keywords: *regional climate models, extreme fire days, fire weather index*

La probabilità e la severità di incendio a scala comprensoriale sono influenzate da complesse e non lineari relazioni tra vegetazione, andamento meteorologico e caratteristiche orografiche. Negli studi sugli impatti potenziali dei cambiamenti climatici sulla probabilità di incendio gli errori e le incertezze connesse alla stima delle suddette relazioni potrebbero aggiungersi a quelle riconducibili all'incertezza delle proiezioni climatiche. Tali inaccuranze potrebbero essere maggiormente influenti in quelle aree del mondo, come il bacino del mediterraneo, caratterizzate

da una elevata variabilità spaziale dei fattori che influenzano le condizioni meteorologiche locali e pertanto il comportamento degli incendi. In tali aree, lo studio degli effetti dei cambiamenti climatici richiede l'uso di modelli regionali e modelli climatici ad alta risoluzione. Ulteriori fonti di inaccuratezza potrebbero essere rappresentate dall'incertezza degli effetti indiretti dei cambiamenti climatici sulla crescita della vegetazione, sulla stagionalità e sulla composizione specifica delle differenti tipologie vegetazionali. Lo scopo di questo lavoro è quello di (i) analizzare le condizioni meteorologiche storicamente associate con giorni ad elevata severità di incendio, (ii) stimare la probabilità e la severità di incendio con differenti scenari meteorologici, e (iii) stimare le variazioni future della probabilità di propagazione in differenti scenari climatici previsti per il bacino del mediterraneo. I dati climatici utilizzati in questo studio sono stati generati dal modello regionale EBU-POM sviluppato dall'Università di Belgrado in collaborazione con il Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici (CMCC). La baseline relativa al periodo 1961-1990 è stata generata inizializzando il modello con lo scenario di emissione 20C3M. Lo scenario climatico futuro, relativo al periodo 2071-2100 è stato generato inizializzando il modello con lo scenario di emissione AIB SRES. I dati generati dal modello regionale hanno un intervallo temporale di 6 ore e una risoluzione spaziale di 20 km. Le mappe di probabilità di incendio per la baseline (1961-1990) e per lo scenario climatico futuro (2071-2100) sono state generate utilizzando l'algoritmo minimum travel time (MTT) nella forma implementata in una versione a stringa di comando del simulatore FlamMap chiamata "Randig". Le simulazioni sono state condotte utilizzando sia un set di punti di ignizione generato casualmente, sia un set di punti di ignizione generato tenendo conto delle frequenze di incendio osservate storicamente. Le anomalie nella probabilità e severità di incendio (area bruciata, velocità di propagazione, intensità del fronte di fiamma e lunghezza delle fiamme) tra la baseline e lo scenario di emissione AIB sono state analizzate allo scopo di identificare le aree con frequenze crescenti di incendi estremi ed eventuali nuove aree soggette ad incendi. I risultati sperimentali mostrano un trend crescente nella probabilità di incendio e nella severità, associato a notevoli differenze tra le differenti tipologie di combustibile. L'analisi di queste differenze ha portato all'evidenziazione delle differenti problematiche per le aree forestali e per le aree di interfaccia urbano-rurale.

La relation complexe et non linéaire entre la végétation, les caractéristiques climatiques et la topographie est responsable de la probabilité d'incendie et de sa gravité aux échelles de paysage. Par conséquent, l'étude des impacts du changement climatique potentiel sur la probabilité d'incendie peut contenir des sources supplémentaires d'erreur et d'incertitude par rapport aux incertitudes bien connues dans les projections climatiques futures. Ceci sera particulièrement vrai dans les zones du monde, telles que le bassin méditerranéen, caractérisées par une forte variabilité spatiale des facteurs concernant les conditions météorologiques à l'échelle locale, et par conséquent le comportement du feu de broussailles. Dans ces zones, les recherches sur les effets du changement climatique exigent l'utilisation de modèles climatiques à haute résolution plus appropriés pour les applications à l'échelle régionale. Enfin, des erreurs supplémentaires peuvent survenir des difficultés de détermination des impacts sur les incendies du fait des effets indirects du climat sur la croissance, la saisonnalité et la composition de la végétation. L'objectif de ce travail est: (1) d'analyser les conditions météorologiques historiques associées aux périodes de graves incendies, (2) d'estimer la probabilité de brûlage et la gravité de l'incendie dans les scénarios climatiques différents, et (3) d'évaluer les futurs changements de la probabilité de brûlage dans plusieurs scénarios de changement climatique pour la zone méditerranéenne. Les données climatiques utilisées dans cette étude ont été générées par le Modèle climatique régional (RCM) EBU-POM, développé par l'université de Belgrade en coopération avec le Centre Euro-Méditerranéen pour le changement climatique (CMCC). Les prévisions climatiques ont été générées comme partie du projet « Simulations de changement climatique dans la zone méditerranéenne » (SINTA). Le scénario climatique de base a été forcé par le scénario de gaz à effet de serre 20C3M, afin de simuler le climat méditerranéen actuel pour la période de référence de base 1961-1990. Un scénario climatique futur a été généré en utilisant les agents de forçage définis par le scénario d'émission de gaz à effet de serre AIB SRES pour produire un climat simulé pour la période 2071-2100. Les données RCM utilisées dans cette étude ont été caractérisées par une étape de 6 heures, une résolution spatiale de 20 km et un domaine de simulation couvrant le sud de l'Italie. Les données de référence de base ont été comparées avec les données de l'unité de recherche sur le climat (CRU) et ont été utilisées pour identifier les conditions météorologiques qui ont entraîné des périodes d'incendie historiques graves, et pour générer des tendances climatiques de référence quotidienne et par heure pour la modélisation d'incendies. Nous avons ensuite généré les cartes de probabilité d'incendie pour les scénarios climatiques de base (1961-1990) et futurs (2071-2100), en utilisant un algorithme d'expansion d'incendie du temps de voyage minimum (MTT), tel que mis en œuvre dans une version de ligne de commande de FlamMap appelée « Randig ». Le test extensif sur des années a démontré que l'algorithme MTT peut prédire avec exactitude l'expansion de l'incendie et répliquer les grandes limites d'incendie sur les espaces naturels hétérogènes aux États-Unis et ailleurs. Les points d'inflammation aléatoire et les caractéristiques historiques d'inflammation ont été utilisés dans les simulations. Les anomalies dans la probabilité de brûlage et la gravité de l'incendie (surface brûlée, taux d'expansion, intensité de la ligne d'incendie, hauteur de la flamme) entre la base et les scénarios d'émission de gaz AIB ont été analysées pour identifier les zones aux fréquences de plus en plus grandes des incendies extrêmes et les nouvelles zones potentiellement propices à l'incendie. Les résultats expérimentaux ont montré une augmentation de la tendance dans la



probabilité d'incendie et la gravité dans plusieurs zones, ainsi que grandes différences entre les types de combustibles. Pour ces raisons, les impacts du changement climatique sur la fréquence et l'intensité des incendies semblent poser des problèmes et des défis aux paysages naturels et aux interfaces péri-urbaines dans la zone méditerranéenne.

CF.23 - Climate change impacts on forest fire risk scenarios

Biondi G., Fiorucci P., Franciosi C., Trasforini E.

Fondazione CIMA - Centro Internazionale in Monitoraggio Ambientale, via A. Magliotto 2, 17110 Savona (SV), Italy

chiara.franciosi@cimafoundation.org

One of the key elements of the project PROTERINA-C is the analysis of the potential effects of climate change on environmental elements (more specifically, on vegetation cover and thus on fuels) and, consequently, on the overall forest fire risk. This contribution is part of such a research context, with the objective to assess changes in forest fire risk in the region of the Mediterranean area constituted by Corsica (France), Sardinia and Liguria (Italy); the current fire risk was calculated on basis of the series of past fires occurred in these areas. Uncertainty in the identification of changes in vegetation cover induced by climate change is high, partly because of the enormous influence that social and human factors had on Mediterranean vegetation cover, making virtually no natural development. Thus it was chosen to simulate the future context of analysis by means of one of the scenarios proposed by IPCC, formulated on the basis of available climate models, and representing future economic and demographic conditions. In particular, Scenario AI, already used in other phases of the project, was taken into account; such a scenario foresees an increase of technological capabilities, a partial retention of knowledge and a partial increase in population. Starting from this scenario, it is therefore assumed that by 2100 the urbanization distribution will change mainly in light of economic and social changes. In particular two sub-scenarios have been defined: in the first one it is expected that urban centres increase their surface area, whereas in the second one a partial exodus from urban centres to rural areas is expected. The main idea of this study therefore is to assess the change in fire risk on the basis of land use change resulting from human pressure, and therefore from the different distribution of urban and rural areas.

Keywords: Proterina C, forest fire risk, climate change, IPCC scenarios

Un punto chiave del progetto PROTERINA-C è l'analisi degli effetti che il cambiamento climatico potrebbe avere sull'ambiente (e più specificamente, sulla copertura vegetale e quindi sul combustibile) e, di conseguenza, sul rischio complessivo da incendio. Questo contributo si inserisce in tale contesto di ricerca, con l'obiettivo di valutare le variazioni del rischio incendi nella regione del Mediterraneo costituita dalla Corsica (Francia), dalla Sardegna e dalla Liguria (Italia); l'attuale rischio incendi è stato calcolato sulla base delle serie storiche degli incendi occorsi in queste regioni. Data l'elevata incertezza nell'identificare quali saranno le variazioni della copertura vegetale dovute esclusivamente al cambiamento climatico, anche a causa dell'enorme influenza che i fattori sociali ed antropici hanno avuto sulla copertura vegetazionale mediterranea, rendendolo praticamente privo di uno sviluppo naturale, si è scelto di simulare il futuro contesto di analisi attraverso l'utilizzo degli scenari proposti dall'IPCC formulati sulla base dei modelli climatici disponibili e che rappresentano le condizioni economiche e sociali future. In particolare si è preso in considerazione lo scenario AI, già utilizzato in altre fasi del progetto; tale scenario prevede un aumento di conoscenza tecnologica, una parziale conservazione dei saperi ed un parziale aumento demografico. Partendo da tale scenario, si è quindi ipotizzato che nel 2100 la distribuzione dell'urbanizzato si modifichi soprattutto in funzione dei cambiamenti economici e sociali. Sono quindi stati definiti due scenari: uno in cui si prevede che i centri urbani aumentino la loro superficie ed un altro in cui si prevede un parziale esodo urbano verso i centri rurali. L'idea portante del nostro studio quindi è quella di valutare la variazione del rischio incendi sulla base del cambiamento dell'uso del suolo derivante dalla differente pressione antropica e quindi dalla differente distribuzione delle aree urbane e rurali. Il paesaggio è un sistema dinamico che riflette la complessa interazione di molti fattori tra cui il clima, i disturbi naturali, la successione naturale, lo sviluppo economico e le politiche pubbliche.

L'un des éléments clés du projet PROTERINA-C est l'analyse des effets potentiels du changement climatique sur les éléments de l'environnement (plus particulièrement sur la couverture végétale et les combustibles) et, par conséquent, sur le risque d'incendie de toute la forêt. Cette contribution fait partie de ce contexte de recherche, avec pour objectif l'évaluation des changements du risque d'incendie dans la région méditerranéenne de la Corse (France), la Sardaigne et la Ligurie (Italie); le risque d'incendie réel a été calculé sur la base de la série d'incendies du passé qui a eu lieu dans ces zones. L'incertitude dans l'identification des changements dans la couverture végétale par le changement climatique est élevée, en partie du fait de la grande influence des facteurs sociaux et humains sur la couverture végétale méditerranéenne, ce qui n'implique presque pas de développement naturel. Par conséquent, nous avons choisi de simuler le contexte futur d'analyse au moyen de l'un des scénarios proposés par IPCC, formulé sur la base des modèles climatiques disponibles et représentant les conditions

démographiques et économiques futures. En particulier, nous avons pris en compte le scénario AI, déjà utilisé dans d'autres régions du projet; ce scénario prévoit une augmentation des capacités technologiques, une rétention partielle des connaissances et une augmentation partielle de la population. À partir de ce scénario, l'on suppose que d'ici 2100, la distribution de l'urbanisation changera principalement selon les changements économiques et sociaux. Deux sous-scénarios ont été définis: on prévoit, dans le premier, une augmentation de la surface des centres urbains, et dans le second, un exode partiel des centres urbains vers les zones rurales. Par conséquent, l'objectif principal de cette étude est l'évaluation du changement du risque d'incendie sur la base du changement de l'utilisation du sol résultant de la pression humaine et de la distribution différente des zones urbaines et rurales.

CF.24 - High-resolution fire danger rating in Sardinia: introducing regional meteorological modelling and forecasts in RISICO

D'Andrea M.¹, Fiorucci P.¹, Ficca G.², Castiglia C.², Casula M.², Dessy C.²

1. CIMA Research Foundation. International Centre on Environmental Monitoring, via A. Magliotto 2, I7100 Savona, Italy, 2.

ARPAS – Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna Dipartimento Specialistico Regionale

IdroMeteoClimatico, Viale Porto Torres, 119 - 07100 Sassari, Italy

paolo.fiorucci@cimafoundation.org, gficca@arpa.sardegna.it

In the framework of the project PROTERINA-C the system RISICO has been implemented at very high resolution in Sardinia Region. The system RISICO provides Italian Civil Protection Department (DPC) with daily wildland fire risk forecast maps relevant to the whole national territory since 2003. The RISICO system has a complex software architecture based on a framework able to manage geospatial data as well as time dependent information (e.g. Numerical Weather Prediction, real time meteorological observations, and satellite data). Within the system semi-physical models, able to simulate in space and time the variability of the fuel moisture content, are implemented. This parameter represents the main variable related with the ignition of a fire. Based on this information and introducing information on topography and wind field the model provides the rate of spread and the linear intensity of a potential fire generated by accidental or deliberate ignition. The model takes into account the vegetation patterns, in terms of fuel load and flammability. It needs territorial and meteorological data. Territorial data used by the system are vegetation cover and topography. Meteorological data are mainly represented by Numerical Weather Prediction (Limited Area model). The regional implementation makes use of the ARPAS operational meteorological chain. The ARPAS meteorological modelling chain starts from a collaboration with the ISAC Institute of CNR in Bologna, and make use of Limited Area Models (BOLAM and MOLOCH) developed by ISAC. Starting from the General Circulation Model of the European Meteorological Centre (ECMWF), the chain of models is nested into each other to obtain high resolution meteorological forecasts (1.5 km) over the regional territory. This is obtained by means of two consecutive runs of BOLAM, respectively at 20 and 5 km resolution, and a subsequent run of MOLOCH 1.5 km. The performances obtained introducing high resolution meteorological forecast in the RISICO system, implemented at very high resolution in Sardinia, have been analyzed on the basis of the summer fire season 2011. This research is part of the project PROTERINA C, funded by the EU under the Italy-France Maritime Programme, aiming at investigating the effects that climate change could have on the environment (fuels).

Keywords: Fire danger rating, Limited Area Model

Nell'ambito del progetto PROTERINA-C è stato implementato in Regione Sardegna il sistema RISICO ad altissima risoluzione. Il sistema RISICO fornisce quotidianamente dal 2003 mappe di previsione della pericolosità conseguente all'innesco potenziale di incendi boschivi. RISICO, nella sua implementazione a scala nazionale, supporta le attività di allerta a scala nazionale e supporta le attività di spegnimento che coinvolgono la flotta aerea antincendio boschivo di Stato. Il sistema RISICO ha una complessa architettura software basata su una struttura in grado di gestire dati geospaziali e informazioni tempo-varianti (ad esempio, previsioni ed osservazioni meteorologiche in tempo reale e dati satellitari). All'interno del sistema sono definiti modelli semi-fisici, in grado di simulare nello spazio e nel tempo la variabilità del contenuto di umidità del combustibile vegetale. Questo parametro rappresenta la variabile maggiormente correlata all'accensione di un fuoco. Sulla base di queste informazioni e grazie all'introduzione di informazioni orografiche e del campo del vento al suolo il modello fornisce la velocità di propagazione e l'intensità lineare di un potenziale incendio generato accidentalmente o intenzionalmente. Il modello si basa sulla parametrizzazione del carico di combustibile e del potere calorico delle diverse tipologie di copertura vegetali presenti al suolo. Il sistema fa quindi principalmente uso di dati territoriali e dati meteorologici. I dati territoriali utilizzati dal sistema sono la copertura vegetale e l'orografia. I dati meteorologici sono principalmente rappresentati da modelli meteorologici ad area limitata. L'implementazione a scala regionale ha permesso di integrare la catena modellistica meteorologica operativa gestita a livello regionale da ARPAS Sardegna. La catena modellistica meteorologica di ARPAS nasce da una collaborazione con l'Istituto ISAC del CNR di Bologna, e fa uso di modelli ad area limitata (BOLAM e Moloch) sviluppati da ISAC. Partendo dal modello di circolazione globale del centro meteorologico europeo (ECMWF), una catena di modelli è integrata al fine di ottenere previsioni meteorologiche ad alta risoluzione (1.5 km) su tutto il territorio regionale. Questo risultato è ottenuto mediante due esecuzioni consecutive di BOLAM, rispettivamente a 20 e a 5 km di risoluzione, e da una corsa successiva di Moloch a 1.5 km. Le prestazioni ottenute introducendo le previsioni meteorologiche ad alta risoluzione nel sistema RISICO nella sua implementazione a scala regionale, sono state analizzate sulla base della stagione

degli incendi occorsi nell'estate 2011. Questa ricerca è stata condotta nell'ambito del progetto PROTERINA C, finanziato dalla UE nell'ambito del Programma Italia-Francia marittimo, al fine di indagare gli effetti che il cambiamento climatico potrebbe avere sui rischi naturali.

Dans le cadre du Projet maritime Italie-France PROTERINA-C, le système RISICO a été mis sur pied à très haute résolution dans la Région de Sardaigne. Le système RISICO offre au Département de protection civile italien (DPC) des cartes de prévisions de risque d'incendie pertinentes pour tout le territoire national depuis 2003. Le système RISICO a une architecture logicielle complexe basée sur un cadre pouvant gérer les données géospatiales et les informations dépendant du temps (par ex.: prévision climatique numérique, observations météorologiques en temps réel et données satellite). Dans ce système, des modèles semi-physiques du système, en mesure de simuler la variabilité de la teneur en eau du combustible dans l'espace et le temps, sont également développés. Ce paramètre constitue la principale variable liée à l'inflammation d'un incendie. Sur la base de cette information et avec l'introduction d'informations sur la topographie et le champ de vent, le modèle donne le taux d'expansion et l'intensité linéaire d'un incendie potentiel produit par une inflammation délibérée ou accidentelle. Le modèle prend en considération les modes de végétation, en termes de masse de combustible et d'inflammabilité. Il nécessite de données territoriales et météorologiques. Les données territoriales utilisées par le système sont la couverture de végétation et la topographie. Les données météorologiques sont principalement représentées par la prévision météorologique numérique (modèle de zone restreinte). La mise en œuvre régionale utilise la chaîne météorologique opérationnelle ARPAS. La chaîne de modélisation météorologique ARPAS commence par une collaboration avec l'institut du CNR ISAC de Bologne et utilise les modèles de zone restreinte (BOLAM et MOLOCH) développés par ISAC. À partir d'un modèle de circulation générale du Centre météorologique européen (ECMWF), la chaîne des modèles est imbriquée pour obtenir des prévisions météorologiques haute résolution (1.5 km) sur le territoire régional. Il est donc obtenu au moyen de deux tours consécutifs du BOLAM, respectivement à une résolution de 20 et de 6 km, et un tour subséquent du MOLOCH de 1.5 km. Les performances obtenues en introduisant la prévision météorologique haute résolution dans le système RISICO, mise en œuvre à très haute résolution en Sardaigne, ont été analysées sur la base de la saison d'incendie de l'été 2011. Cette recherche fait partie du projet PROTERINA-C, financé par l'UE dans le cadre du Programme maritime Italie-France et ayant pour but la recherche des effets des changements climatiques sur l'environnement (combustibles).

CF.25 - An operational diagnostic chain, implemented within the Proterina-C project, to include weather measures in RISICO model

Dessy C.¹, Di Carlo L.¹, Fois G.¹, Canu S.¹, Casula M.¹, Cavalli G.¹, Congiu G.¹, Idini M.¹, Petretto F.¹, Pinna Nossai R.¹, Rancati S.¹, Sirca C.², Pellizzaro G.³, Arca B.³, Fiorucci P.⁴, D'Andrea M.⁴, Trasforini E.⁴

1. ARPAS - Environmental Protection Agency of Sardinia, IMC Department, Viale Porto Torres 119 - 07100 Sassari, Italy, 2. University of Sassari - DESA, Via Enrico De Nicola 9 - 07100 Sassari, Italy, 3. CNR - IBIMET (Sassari), Traversa La Crucca 3 - Località Baldinca - Li Punti 07100 Sassari, Italy, 4. CIMA Research Foundation - International Centre in Environmental Monitoring, Via Armando Magliotto 2 - 17100 Savona, Italy

cdessy@arpa.sardegna.it, cosirca@uniss.it, g.pellizzaro@ibimet.cnr.it, b.arca@ibimet.cnr.it, paolo.fiorucci@cimafoundation.org, mirko.dandrea@cimafoundation.org, eva.trasforini@cimafoundation.org

Within the Operational Project "PROTERINA-C" (a forecast and prevention system for climate change impacts on risk variability for wildlands and urban areas), co-funded by the European Regional Development Fund (ERDF) under the Italy-France Maritime Program, methods and strategies, already in use in the regions of Sardinia, Liguria and Corsica, for the predictions of wildlands fires have been developed and adapted, RISICO System, by CIMA Foundation which plays the role of technical and scientific support for the region of Liguria, used by the Italian National Civil Protection Department, is one of them. In such a prediction model of risk of wildlands fires, it is arranged the integration, on a regional scale, of products related to the main meteorological, diagnostics and prognostics forcing, measured by ground stations, weather radar and advanced limited area weather prediction models. ARPAS and his partners, in the "Phase 5" of the project, have designed and developed an operational chain to insert data from ground meteorological monitoring network operating in Sardinia, in RISICO model to improve prediction of fire. In fact, the forecast errors can be reduced by conditioning the initial state of dynamic models of fuel moisture on the information obtained from sensors on land, at every time interval at which the fields of meteorological variables of interest are available, these fields can be obtained by a process of interpolation of the measures to the ground possibly complemented by large-scale measures obtained from remote sensors. In the present work are argued the characteristics of the system and in particular the configuration of the network of meteorological stations and the operational diagnostic chain to include the weather measures in the model of wildlands fires risk.

Keywords: *weather, measures, sensors, models*

Nell'ambito del Progetto Operativo "PROTERINA-C" (un sistema di previsione e prevenzione dell'impatto della variabilità delle condizioni climatiche sulla variabilità del rischio per l'ambiente vegetato ed urbano), cofinanziato dall'European Regional Development Fund (ERDF) nel Programma Italia-Francia Marittimo, sono stati sviluppati e adattati metodi e strategie già in uso nelle regioni Sardegna, Liguria e Corsica, per la previsione degli incendi boschivi; tra questi il sistema RISICO, sviluppato da CIMA Foundation, che fornisce il supporto tecnico scientifico per la regione Liguria, e utilizzato dal Dipartimento Nazionale della Protezione Civile Italiana. In tale modello di previsione di rischio d'incendi boschivi viene predisposta l'integrazione a scala regionale dei prodotti legati alle principali forzanti meteorologiche, diagnostiche e previsionali, elaborate da misure da stazioni al suolo, da radar meteorologico e da modellistica numerica avanzata ad area limitata. ARPAS e gli altri partner, nella "Fase 5" del progetto, hanno progettato e sviluppato una catena operativa per inserire nel modello RISICO le misure della rete di stazioni meteorologiche operante in Sardegna al fine di migliorarne la previsione del rischio d'incendi. Infatti, gli errori di previsione possono essere ridotti condizionando, a ogni intervallo temporale in cui sono disponibili i campi delle variabili meteorologiche d'interesse, lo stato iniziale dei modelli dinamici di umidità dei combustibili alle informazioni ottenute da sensori a terra; tali campi possono essere ottenuti da un processo d'interpolazione delle misure al suolo, eventualmente integrandole con misure a grande scala ottenute da sensori remoti. Nel presente lavoro sono espone le caratteristiche del sistema e in particolare la configurazione della rete di stazioni meteorologiche e la catena operativa diagnostica atta ad includere le misure meteorologiche nel modello di rischio d'incendi boschivi.

Dans le cadre du Projet opérationnel PROTERINA-C (un système de prévision et de prévention des impacts du changement climatique sur la variabilité du risque des zones péri-urbaines), cofinancé par le fonds de développement régional européen (ERDF) sous le Programme maritime Italie-France, les méthodes et stratégies déjà mises en œuvre dans les régions de Sardaigne, Ligurie et Corse concernant les prévisions d'incendie ont été développées et adaptées. Une de ces méthodes est le système RISICO de la Fondation CIMA qui joue un rôle de soutien technique et scientifique pour la région de Ligurie: il est

utilisé par le Département de protection civile nationale. Ce modèle de prévision de risques d'incendie s'occupe de l'intégration, à une échelle régionale, des produits liés au forçage météorologique, diagnostique et pronostique, mesuré par les stations au sol, le radar météorologique et les modèles avancés de prévision météorologique de zone limitée. Dans la « phase 5 » du projet, ARPAS et ses partenaires ont conçu et développé une chaîne opérationnelle pour l'insertion de données à partir d'un réseau de surveillance météorologique opérant en Sardaigne, dans le modèle RISICO pour améliorer la prévision d'incendies. En effet, les erreurs de prévision peuvent être réduites en conditionnant l'état initial des modèles dynamiques de la teneur en eau du combustible sur les informations obtenues des capteurs au sol, à chaque intervalle de temps auquel les champs des variables météorologiques sont disponibles; ces champs peuvent s'obtenir par un processus d'interpolation des mesures au sol probablement complétées par des mesures sur large échelle obtenues des capteurs à distance. Ce travail se penche sur les caractéristiques du système et en particulier de la configuration du réseau des stations météorologiques et de la chaîne opérationnelle diagnostique à inclure dans les mesures météorologiques du modèle de risques d'incendie.

CF.26 - Fire-weather relationship in the Italian peninsula

Masala F.¹, Bacciu V.^{1,2}, Sirca C.^{1,2}, Spano D.^{1,2}

1. Department of Economics and Woody Plant Ecosystems, University of Sassari, Italy, 2. Euro Mediterranean Center on Climate Change (CMCC IAFENT), Sassari, Italy

masala.francesco@email.it, valentina.bacciu@cmcc.it

Climate and weather are two of the main key factors influencing fire regime and they have a number of different effects on fire. All over the world, a large number of studies have analyzed the relationship between forest fires and weather conditions, but only a few have examined these relationships in Mediterranean ecosystems at regional scale. In this context, the objective of this paper is to improve our knowledge of the relationship between meteorological variables and forest fire at National level, in Mediterranean ecosystems. Daily meteorological datasets, obtained from the MARS (Monitoring Agricultural Resources) database interpolated at 25x25 km scale, and fire statistics, provided by JRC (Join Research Center) including monthly number of fires and total area burned at provincial level, were analysed for the period 1985 through 2008. All the fire and weather data were organized into a GIS to obtain a classification of Italian peninsula in homogeneous climatic areas using a cluster analysis of meteorological data. Descriptive statistics were initially calculated in each homogeneous area to characterize the fire regime and weather conditions. Then, seasonal and annual trend analysis using parametric and non-parametric methodologies was conducted to assess whether the inter-annual variability in weather patterns and in fire events had a significant trend. Autocorrelation and cross-correlation analyses were performed to evaluate the variability and the structure of time series data. Finally, Spearman and Pearson correlation, linear and nonlinear regressions were carried out to characterize the relationship between meteorological variables and forest fire. The results confirm the crucial role of high resolution datasets in analyzing trends and relationships, and could be promisingly applied as input to develop and calibrate models for studying the impacts of climate change on fires. This work is supported by FUME - *Forest fires under climate, social and economic changes in Europe, the Mediterranean and other fire-affected areas of the world*-, European Commission FP7-ENV-2009-I, Grant Agreement Number 243888.

Keywords: fire regime, MARS, trend analysis

Il clima e le condizioni meteorologiche sono due dei principali fattori chiave del regime degli incendi e hanno molteplici effetti sull'attività degli incendi. In tutto il mondo, un cospicuo numero di studi ha analizzato le relazioni fra gli incendi boschivi e le condizioni meteorologiche ma pochi hanno analizzato queste relazioni negli ecosistemi mediterranei e a scala regionale. In questo contesto, il presente lavoro si prefigge di fornire un contributo per migliorare le conoscenze che si hanno nell'ambito degli ecosistemi mediterranei sull'influenza delle variabili meteorologiche sui fenomeni di incendio boschivo a livello nazionale. Nella prima parte del lavoro sono stati raccolti i dati di input meteorologici e degli eventi incendio. Le variabili meteorologiche sono state ottenute tramite i MARS (Monitoring Agricultural ResourceS), dati meteorologici giornalieri interpolati a scala 25x25 Km. Per quanto riguarda gli incendi, la banca dati disponibile per l'Italia è stata fornita dal JRC (Join Research Center) e consiste nel numero di incendi e nel totale dell'area bruciata a scala mensile e a livello provinciale, dal 1985 al 2008. La seconda parte del lavoro ha riguardato la creazione di un database unico per gli incendi e i dati meteo e la classificazione della penisola italiana in aree climatiche omogenee, attraverso l'analisi cluster dei dati meteorologici. In ogni aree identificata sono state inizialmente calcolate le statistiche descrittive, con l'obiettivo di determinare le differenze regionali relative al regime degli incendi e alle condizioni climatiche. Quindi, si è proceduto con l'analisi dei trend stagionali e annuali tramite metodi parametrici e non, al fine di valutare se la variabilità inter-annuale negli andamenti meteorologici e negli eventi di incendio avesse un trend significativo. L'analisi dell'autocorrelazione ci ha quindi permesso di valutare la variabilità e la struttura dei dati delle serie temporali. Infine, le relazioni fra incendi e variabili meteorologiche sono state studiate attraverso la correlazione di Spearman e di Pearson, regressioni lineari e non, e attraverso la correlazione incrociata (cross correlation). I risultati del lavoro confermano il ruolo cruciale di dataset ad alta risoluzione nell'analisi dei trend e delle relazioni, e possono essere utilizzati come input per lo sviluppo e la calibrazione della modellistica per la valutazione dei futuri impatti dei cambiamenti climatici sugli incendi.

Le climat et le temps sont deux facteurs clés qui influencent le régime d'incendie et ils ont un certain nombre d'effets différents sur l'incendie. Partout dans le monde, un grand nombre d'études ont analysé la relation entre les incendies de forêt et les conditions météorologiques, mais très peu ont examiné ces relations dans les écosystèmes méditerranéens à une échelle

régionale. Dans ce contexte, cet article contribue et améliore notre connaissance de la relation entre les variables météorologiques et l'incendie de forêt au niveau national dans les écosystèmes méditerranéens. Dans la première partie de ce travail, nous avons collecté les données météorologiques et des incendies. Les variables météorologiques à l'échelle journalière ont été obtenues par le biais de la base de données MARS (Supervision des ressources agricoles) interpolée à une échelle 25 x 25 km. En ce qui concerne les statistiques d'incendie, la base de données disponible pour l'Italie a été fournie par le JRC (Centre de recherche conjointe); elle est constituée par le nombre mensuel d'incendies et la surface totale brûlée au niveau provincial et de 1985 à 2008. La deuxième partie du travail porte sur l'assemblage des données météorologiques et des incendies dans un GIS pour faciliter la manipulation et l'affichage des données et la classification de la péninsule italienne dans des zones climatiques homogènes à travers l'analyse cluster des données météorologiques. Les statistiques descriptives ont été initialement calculées dans chaque zone identifiée dans le but de déterminer les différences sur le régime d'incendie et les conditions météorologiques. Nous avons ensuite procédé à l'analyse de tendance saisonnière et annuelle avec les méthodologies paramétriques et non paramétriques, afin de déterminer si la variabilité interannuelle des modèles météorologiques et des incendies a une tendance significative. Des analyses de l'autocorrélation et de la corrélation croisée ont été faites pour évaluer la variabilité et la structure des données de série de la période. Enfin, la corrélation de Spearman et Pearson, des régressions linéaires et non linéaires ont été faites pour caractériser la relation entre les variables météorologiques et l'incendie de forêt. Les résultats de ce travail apportent une contribution importante à la compréhension de l'effet des conditions météorologiques sur le nombre d'incendies et la surface brûlée. Ils pourront ainsi être utilisés comme données pour le développement et le calibrage des modèles d'évaluation des impacts futurs du changement climatique sur l'incendie.

CF.27 - Evaluation of climatic risk for crops with phenological models

Federici S.¹, Ghironi M.¹, Guardavilla A.¹, Pesenti Barili B.¹, Aicardi G.², Di Battista F.², Beruto M.², Cola G.³, Mariani L.³

1. Regione Liguria - CAAR (Centro Agrometeorologia Applicata Regionale), Italy; 2. Istituto Regionale per la Floricoltura – Sanremo, Italy; 3. Università degli Studi di Milano - DiProVe, Italy

Phenological models, adopted for the first time by Reamur in 1740, are useful tools for the evaluation the phenological behaviour of plants. The basic element of this approach is represented by the idea that the phenological rhythms (time of appearance of phases as for example bud burst and flowering) are ruled by a biological clock founded on physiological mechanisms that are quite difficult to represent. As a consequence a thermal clock is considered as a sufficiently accurate proxy of the biological one. This poster shows the phenological monitoring activities carried out in Liguria region in the context of the PROTERINA C project and specifically referred to:

Fruit trees

- *Olea europea* L. (Olive tree) - collection and validation of time series 1999-2010
- *Vitis vinifera* L. (grapevine) - collection and validation of time series 1999-2010 for a set of 9 Varieties

Ornamental shrubs

- *Genista monosperma* L. - observations carried out on 2010-2011 period
- *Viburnum tinus macrophylla* - time series 2010-2011

An insect pest

- Olive fruit fly (*Bactrocera oleae* GMELIN, 1790) - collection and validation of time series 2006-2010.

The choice of the selected species was justified by the relevance for the agricultural economy of the Liguria region and by the fact that their behaviour is strictly affected by climatic variability. The phenological activities has been sided by measurements of physical variables collected by the operational meteorological network of Regione Liguria and by a specific network of six stations devoted to monitoring activities for ornamental shrubs in the Proterina C context. Phenological models are based on a response curve weighting the phenological effect of an hour at a given temperature (Normal Heat Hours approach). Models has been calibrated and validated in order to produce tools useful to support operational agrometeorological and extension service activities.

Keywords: *phenological behaviour of plants, Liguria Region, monitoring activities, phenological effect*

I modelli fenologici, adottati per la prima volta da Reamur nel 1740, sono strumenti utili per la valutazione del comportamento fenologico delle piante. L'elemento base di questo approccio è rappresentato dall'idea che i ritmi fenologici (tempo di comparsa delle fasi, come per esempio germogliamento e fioritura) sono governati da un orologio biologico fondato sui meccanismi fisiologici che sono piuttosto difficili da rappresentare. Di conseguenza un orologio termico è considerato un sostituto sufficientemente accurato di quello biologico. Questo poster mostra le attività di monitoraggio fenologico svolte in Liguria, nel contesto del progetto PROTERINA C e in particolare riferite a:

Alberi da frutto

- *Olea europea* L. (Olivo) - raccolta e validazione di serie storiche 1999-2010
- *Vitis vinifera* L. (Vite) - raccolta e validazione di serie storiche 1999-2010 per un insieme di 9 Varietà

Arbusti ornamentali

- *Genista monosperma* L. - osservazioni effettuate sul periodo 2010-2011
- *Viburnum tinus macrophylla* - serie storica 2010-2011

Un insetto dannoso

- Mosca olearia (*Bactrocera oleae* Gmelin, 1790) - raccolta e validazione di serie storiche 2006-2010.

La scelta delle specie selezionate è stata giustificata dalla loro rilevanza per l'economia agricola della Regione Liguria e per il fatto che il loro comportamento è strettamente influenzato dalla variabilità climatica. Le attività fenologiche sono state affiancate dalle misurazioni delle variabili fisiche raccolte dalla rete meteorologica operativa della Regione Liguria e da una specifica rete di sei stazioni dedicate alle attività di monitoraggio per gli arbusti ornamentali nel contesto di PROTERINA C. I modelli fenologici sono basati su una curva di risposta che pesa l'effetto fenologico di un'ora ad una data temperatura (approccio delle ore normali di caldo). I modelli sono stati calibrati e validati in modo da produrre strumenti utili per supportare le attività operative agrometeorologiche e di assistenza tecnica.

Les modèles phénologiques, adoptés pour la première fois par Réaumur en 1740, sont des outils utiles pour l'évaluation du comportement phénologique des végétaux. L'élément de base de cette approche est représenté par l'idée que les rythmes phénologiques (temps d'apparition des phases telles que le débourrement et la floraison, par exemple) sont régis par une horloge biologique fondée sur les mécanismes physiologiques qui sont assez difficiles à appréhender. En conséquence, une horloge thermique est considérée comme un témoin suffisamment précis de celui biologique. Notre présentation visuelle montre les activités de suivi phénologique réalisées en Ligurie, dans le cadre du projet PROTERINA C et concernant notamment :

des arbres fruitiers

- *Olea europea* L. (olivier) — collecte et validation des séries chronologiques de 1999 à 2010
- *Vitis vinifera* L. (vigne) — collecte et validation des séries chronologiques de 1999 à 2010 pour un ensemble de 9 variétés des arbustes ornementaux
- *Genista monosperma* L. — observations réalisées sur la période 2010-2011
- *Viburnum tinus macrophylla* — séries chronologiques 2010-2011

un insecte nuisible

- la mouche de l'olivier (*Bactrocera oleae* GMELIN, 1790) — collecte et validation des séries chronologiques de 2006 à 2010.

Le choix des espèces choisies est justifié par leur pertinence pour l'économie agricole de la Ligurie et par le fait que leur comportement dépend strictement de la variabilité climatique. Les activités phénologiques ont été accompagnées par des mesures de variables physiques, recueillies par le réseau météorologique opérationnel de la Région Ligurie et par un réseau spécifique de six stations consacrées à des activités de surveillance des arbustes ornementaux dans le contexte de PROTERINA C. Les modèles phénologiques sont basés sur une courbe de réponse pondérant l'effet phénologique d'une heure à une température donnée (approche des heures de chaleur normale). Les modèles ont été calibrés et validés afin de produire des outils utiles pour soutenir des activités opérationnelles de services agrométéorologiques et de vulgarisation.

Fourth Session

Modelling Fire Behaviour and Risk

KN.3 - An integrated weather/fire modeling system for fire risk assessment

Fujioka F.M., González-Cabán A., Chen S., Benoit J.W.

*USDA Forest Service, Pacific Southwest Research Station, 4955
Canyon Crest Drive, Riverside, California, USA 92507*

ffujioka@fs.fed.us, agonzalezcaban@fs.fed.us, schen@fs.fed.us, jbenoit@fs.fed.us

Wildland fire behaviour models are increasingly finding use in the practice of fire management. Federal land management agencies in the USA have recently adopted the Wildland Fire Decision Support System (WFDSS), which uses fire modelling in combination with economic data of values at risk to inform suppression strategies for incidents with significant growth potential. Describing the spatial and temporal variability of the weather conditions that affect fire behaviour is arguably one of the most challenging aspects of predicting fire growth, especially for fires in complex terrain. This study examines the ensemble characteristics of multiple fire simulations in a Southern California national forest draped on the San Jacinto Mountains that has experienced numerous fires. A high resolution weather model provides kilometre scale weather for the fire modelling system, FARSITE. We describe ongoing work that demonstrates how the integrated weather/fire modelling framework can be used for strategic fire risk assessment and vegetation management

Keywords: *MSM, mesoscale weather model, FARSITE, non-market valuation*

I modelli di comportamento degli incendi boschivi sono sempre più utilizzati nella pratica della gestione degli incendi. Le agenzie federali per la gestione del territorio degli Stati Uniti hanno recentemente adottato il Sistema di supporto alle decisioni in materia di incendi boschivi (WFDSS), che utilizza la modellazione degli incendi in combinazione con i dati economici dei valori a rischio per ispirare le strategie di soppressione degli incidenti con elevato potenziale di crescita. Descrivere la variabilità spaziale e temporale delle condizioni meteorologiche che influiscono sul comportamento dell'incendio è senza dubbio uno degli aspetti più impegnativi della previsione d'incremento dell'incendio, soprattutto per gli incendi in terreni complessi. Questo studio esamina le caratteristiche d'insieme di simulazioni d'incendi multipli in una foresta demaniale della California meridionale, che ha subito numerosi incendi, che ricopre le San Jacinto Mountains. Un modello meteorologico ad alta risoluzione fornisce il meteo su scala chilometrica per il sistema di modellazione degli incendi, FARSITE. Descriviamo i lavori in corso che dimostrano come il sistema di modellazione integrato meteo/incendi può essere utilizzato per la valutazione strategica del rischio di incendi e per la gestione della vegetazione.

Les modèles de comportement du feu de broussailles sont de plus en plus utilisés dans la pratique de la gestion des incendies. Les agences fédérales d'aménagement du territoire aux États-Unis ont récemment adopté le Système d'aide à la décision contre les feux de broussailles (WFDSS), qui s'appuie sur la modélisation des incendies en combinaison avec les données économiques des valeurs à risque pour informer des stratégies de lutte contre les accidents à fort potentiel de croissance. Lorsqu'on décrit la variabilité spatiale et temporelle des conditions météorologiques influant sur le comportement du feu, la prévision de sa progression, en particulier celle des incendies dans les terrains complexes, est sans doute un des aspects des plus délicats. Cette étude examine les caractéristiques d'ensemble de nombreuses simulations d'incendie dans une forêt nationale de la Californie du sud, couvrant les montagnes de San Jacinto, qui a connu de nombreux incendies. Un modèle météorologique à haute résolution fournit un système météo à l'échelle kilométrique pour le système de modélisation des incendies, FARSITE. Nous décrivons les travaux en cours qui montrent comment le cadre de modélisation intégrée météo/incendie peut être utilisé pour l'évaluation stratégique des risques d'incendie et la gestion de la végétation

FBR.I - Modelling fire occurrence probability in Mediterranean Europe: comparing the results of multiple linear regression and random forest methods

Oliveira S.¹, Oehler F.², San-Miguel-Ayanz J.², Camia A.², Pereira J.M.³

1. Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Centre, European Commission, Via E. Fermi 27498, 21027 Ispra (VA), Italy; Centre of Forestry Studies, Institute of Agronomy, Technical University of Lisbon, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal; 2. Institute for Environment and Sustainability, Joint Research Centre, European Commission, Via E. Fermi 27498, 21027 Ispra (VA), Italy; 3. Centre of Forestry Studies, Institute of Agronomy, Technical University of Lisbon, Tapada da Ajuda, 1349-017 Lisbon, Portugal

sandra.santos-de-oliveira@jrc.ec.europa.eu

Fire occurrence probability is an essential component of fire risk assessment. It results from the presence of an ignition source and the conditions for a fire to spread. This paper presents the methodology applied to model fire occurrence probability at European scale, considering structural factors in a long-term perspective. Data on number of fires for the countries of Mediterranean Europe, for the main fire season (June to September), were obtained from the European Fire Database of the European Forest Fire Information System. Fire density was calculated based on interpolation techniques and was used as the dependent variable in the model. As predictors, different physical, socio-economic and demographic variables were obtained based on their potential influence in fire occurrence and on their availability at the European level. Two different methods were applied for the analysis: Multiple Linear Regression (MR) and Random Forest (RF), the latter a non-parametric alternative based on an ensemble of classification and regression trees. The data were divided in training and validation samples and both methods were applied to the same samples. The results obtained, in relation to the predictive ability of the two models and the level of importance of the variables selected by each method, were compared. The Random Forest model showed a higher predictive ability than Multiple Linear Regression, probably due to the non-linear relationships between the variables. Some of the variables selected are common to both models. As such, precipitation and soil moisture seem to influence fire occurrence strongly. Unemployment rate, livestock density and density of local roads were also found significant by both methods. Maps of fire occurrence probability based on the selected variables were obtained from each model at 10 km resolution. The analysis of the residuals indicates a better performance of the Random Forest model. However, both models show that the spatial distribution of fire occurrence probability is highly variable in this region: highest fire probability is prevalent in the northwestern region of the Iberian Peninsula and southern Italy, whereas it is low in northern France, northeast Italy and north of Greece. Further research will focus on the application of these methods at different spatial and temporal scales, to assess the consistency of the explicate power of the variables throughout the whole study area and in different time periods.

Keywords: Fire occurrence probability, Multiple Linear Regression, Random Forest

La probabilità del verificarsi di incendi è una componente essenziale della valutazione del rischio di incendio. Essa deriva dalla presenza di una fonte di innesco e delle condizioni per la propagazione dell'incendio. Questo studio presenta la metodologia applicata al modello di probabilità di comparsa di incendi su scala europea, considerando fattori strutturali in una prospettiva a lungo termine. I dati sul numero di incendi per i paesi dell'Europa mediterranea, nella stagione principale degli incendi (da giugno a settembre), sono stati ottenuti dal database europeo sugli incendi EFFIS. La densità del fuoco è stata calcolata in base a tecniche di interpolazione ed è stata usata come variabile dipendente del modello. Come indicatori, sono state ricavate diverse variabili fisiche, socio-economiche e demografiche in base alla loro influenza potenziale in caso di incendio e sulla loro disponibilità a livello europeo. All'analisi sono stati applicati due metodi diversi: la regressione lineare multipla (MR) e il Random Forest (RF); il secondo è un'alternativa non parametrica basata su un insieme di alberi di classificazione e regressione. I dati sono stati divisi in campioni di formazione e convalidazione ed entrambi i metodi sono stati applicati agli stessi campioni. Sono stati confrontati i risultati ottenuti in relazione alla capacità predittiva dei due modelli e al livello di importanza delle variabili selezionate con ciascun metodo. Il modello Random Forest ha mostrato una maggiore capacità predittiva rispetto alla regressione lineare multipla, probabilmente a causa delle relazioni non lineari tra le variabili. Alcune delle variabili selezionate sono comuni a entrambi i modelli. Come tali, le precipitazioni e l'umidità del suolo sembrano influenzare fortemente il fenomeno degli incendi. Si è scoperto che anche il tasso di disoccupazione, la densità di bestiame e la densità di strade locali erano importanti con entrambi i metodi. Sono state ottenute da ciascun modello mappe della probabilità di insorgenza di incendi in base alle variabili selezionate a 10 km di risoluzione. L'analisi dei residui indica una migliore performance del modello Random Forest. Tuttavia, entrambi i modelli mostrano che la distribuzione spaziale della

probabilità di insorgenza degli incendi è molto variabile in questa regione: una probabilità più alta di incendi è prevalente nella regione nord-occidentale della penisola iberica e nell'Italia meridionale, mentre è bassa nella Francia settentrionale, nell'Italia nord-orientale e nella Grecia settentrionale. Ulteriori ricerche si concentreranno sull'applicazione di questi metodi a diverse scale spaziali e temporali, per valutare la coerenza del potere esplicativo delle variabili in tutta l'area di studio e in diversi periodi di tempo.

La probabilité d'apparition d'un incendie est une composante essentielle pour l'évaluation du risque d'incendie. Elle résulte de la présence d'une source d'inflammation et des conditions d'expansion de l'incendie. Cet article décrit la méthodologie appliquée pour la modélisation de la probabilité d'apparition d'un incendie à l'échelle européenne en prenant en compte les facteurs structurels sur une perspective à long terme. Les données sur le nombre d'incendies dans les pays de l'Europe méditerranéenne, pour la saison principale des incendies (juin-septembre), ont été obtenues à partir de la base de données européenne des incendies du système européen d'information sur les incendies de forêt. La densité de l'incendie a été calculée sur la base de techniques d'interpolation et elle a été utilisée comme variable fonction du modèle. Comme variables libres, différentes variables socio-économiques et démographiques ont été obtenues sur la base de leur influence potentielle dans l'apparition de l'incendie et sur leur disponibilité au niveau européen. Deux différentes méthodes ont été appliquées pour l'analyse: Multiple Linear Regression (MR) et Random Forest (RF), cette dernière étant une alternative non paramétrique basée sur un ensemble d'arbres de classification et de régression. Les données ont été divisées en échantillons d'étude et de validation, et les deux méthodes ont été appliquées aux mêmes échantillons. Nous avons comparé les résultats obtenus en ce qui concerne la capacité prédictive des deux modèles et le niveau d'importance des variables sélectionnées par chaque méthode. Le modèle Random Forest a présenté une capacité prédictive plus grande que le Multiple linear regression, ce qui est dû probablement aux relations non linéaires entre les variables. Certaines variables sélectionnées sont communes aux deux modèles. Ainsi, les précipitations et la teneur en eau semblent influencer grandement la survenance d'un incendie. Le taux de chômage, la densité de bétail et la densité des routes locales se sont également révélés importants pour les deux méthodes. Des cartes de probabilité de survenance d'un incendie, basées sur les variables sélectionnées, ont été obtenues pour chaque modèle à une résolution de 10 km. L'analyse des résidus indique une meilleure performance du modèle Random Forest. Cependant, les deux modèles montrent que la distribution spatiale de la probabilité de survenance d'un incendie est fortement variable dans cette région: la plus forte probabilité d'incendie est prédominante dans la région du nord-ouest de la péninsule Ibérique et au sud de l'Italie, tandis qu'elle est faible dans le nord de la France, au nord-est de l'Italie et au nord de la Grèce. Une recherche poussée s'intéressera de l'application de ces méthodes aux diverses échelles spatiales et temporelles afin d'évaluer la cohérence du pouvoir d'explication des variables sur toute la zone d'étude et à des périodes de temps différentes.

FBR.2 - Is fire suppression reducing large fires in number and size in Spain? Years 1968-2009

Molina Terren D.M., Cardil Forradellas A.

University of Lleida, Av. Rovira Roure 191, 25198 Lleida, SPAIN

dmolina@pvcf.udl.es

Fires of larger size (>100 ha) are the ones that really trouble our suppression resources. Therefore, we have studied those fires larger than 100 ha. After a detailed study of all those wildland fires in the official Spanish Data Base (EGIF) we observe a significant reduction in both the number of fires and the total area swept by them from 1974 to 2009. We did not find this trend if we used the first years of the time series (1968-1973). We consider that data from these former years have a different behavior maybe because either the data set was lacking some fires or there were not so many large fires or part of the areas burned in private ownership and was then underreported. Yearly trends were studied with virtual five-year average to accommodate the large year to year dissimilarity. We have classified provinces in Spain in three fire pattern regions: North Western region (NW), Mediterranean Coast (MC) and Mediterranean Interior (MI). In MC, the number of fires from 1974 to 2009 diminished ($R^2=0.83$) from 99 to 13 large fires per year. By contrast, in MC, the area swept by fire showed a week trend ($R^2=0.25$) from 95,711 to 6,936 ha of large fires per year. In NW, the number of fires from 1974 to 2009 diminished ($R^2=0.63$) from 305 to 80 large fires per year. In NW, the area swept by fire went down ($R^2=0.45$) from 77,244 to 18,949 ha of large fires per year. In MI, the number of fires from 1978 to 2009 diminished ($R^2=0.62$) from 139 to 22 large fires per year. In MI, the area swept by fire went down ($R^2=0.34$) from 58,636 to 8,076 ha of large fires per year. Therefore, there is a trend to have less LF now than in the late 70s and early 80s; and this is clearer MC and less clear in MI and NW. The total amount of area burned per year has not that clear tendency; this issue warns us that we cannot depend only in suppression efforts if we want to significantly lessen the yearly area swept by large fires. The trend is similar (but less clear) when using LF as >250 ha or >500 ha. Our interpretation is that these even larger fires are under more extreme weather patterns and therefore our suppression efforts are less efficient.

Keywords: large fires, time series, Spain

Gli incendi di vaste dimensioni (>100 ha) sono quelli che mettono realmente in crisi le nostre risorse per estinguerli. Pertanto, abbiamo studiato quegli incendi più estesi di 100 ha. Dopo uno studio dettagliato di tutti gli incendi in aree non coltivate presenti nel Data Base spagnolo ufficiale (EGIF), abbiamo osservato una notevole riduzione sia nel numero d'incendi sia nell'area totale, dove hanno imperversato dal 1974 al 2009. Non avremmo trovato questo andamento se avessimo usato i primi anni della serie del periodo (1968-1973). Riteniamo che i dati risalenti a quegli anni abbiano un diverso trend forse perché i dati non includevano alcuni incendi o non c'erano molti incendi estesi, oppure parte delle zone incendiate si trovava in proprietà private e quindi non era segnalata. I trend annuali sono stati studiati con la media virtuale su cinque anni per tener conto della grande diversità di anno in anno. Abbiamo classificato le provincie spagnole in tre regioni modello per il comportamento degli incendi: la regione nordoccidentale (NW), la costa mediterranea (MC) e l'interno del Mediterraneo (MI). Nella zona MC, il numero di incendi dal 1974 al 2009 è diminuito ($R^2=0.83$) da 99 a 13 incendi estesi l'anno. Per contro, nella zona MC, l'area interessata dagli incendi ha mostrato un trend settimanale ($R^2=0.25$) da 95,711 a 6,936 ha d'incendi estesi ogni anno. Nella zona NW, il numero di incendi dal 1974 al 2009 è diminuito ($R^2=0.63$) da 305 a 80 incendi estesi l'anno. Nella zona NW, l'area interessata dagli incendi è diminuita ($R^2=0.45$) da 77,244 a 18,949 ha di incendi estesi ogni anno. Nella zona MI, il numero di incendi dal 1978 al 2009 è diminuito ($R^2=0.62$) da 139 a 22 incendi estesi l'anno. Nella zona MI, l'area interessata dagli incendi è diminuita ($R^2=0.34$) da 58,636 a 8,076 ha d'incendi estesi ogni anno. Pertanto, c'è una tendenza ad avere meno incendi estesi attualmente rispetto alla fine degli anni 70 e inizio anni 80; e questo è più evidente nella zona MC e lo è meno nella zona MI e NW. La somma totale delle aree incendiate ogni anno non ha una tendenza chiara; ciò ci mette in guardia sul fatto che non possiamo dipendere soltanto dall'impegno nell'estinguere gli incendi se vogliamo ridurre notevolmente le aree che annualmente vengono interessate da grandi incendi. Il trend è simile (ma meno chiaro) quando si tratta di incendi estesi su >250 ha o >500 ha. La nostra interpretazione è che questi incendi ancora più estesi sono soggetti a condizioni atmosferiche più estreme e quindi gli sforzi per estinguerli sono meno efficaci.

Les incendies de plus grande envergure (>100 ha) sont ceux qui posent de réels problèmes à nos ressources d'extinction. Par conséquent, nous avons étudié les incendies s'étendant sur plus de 100 ha. Après une étude détaillée de tous les feux de broussailles de la base de données officielle espagnole (EGIF), nous avons observé une réduction importante du nombre

d'incendies et de la surface totale nettoyée par les incendies de 1974 à 2009. Cette tendance n'a pas été trouvée dans les séries des premières années de la période (1968-1973). Nous estimons que les données de ces années antérieures affichent un comportement différent soit parce que l'ensemble de données n'affiche pas certains incendies, soit qu'il n'y ait pas eu d'incendies d'envergure ou alors qu'une partie des zones brûlées de propriété privée a été mal rapportée. Les tendances annuelles ont été étudiées avec une moyenne virtuelle sur cinq ans pour accommoder la grosse différence d'une année sur l'autre. Nous avons classé les provinces espagnoles en trois régions d'incendie: région nord-ouest (NW), côte méditerranéenne (MC) et intérieur méditerranéen (MI). Dans MC, de 1974 à 2009, le nombre d'incendies a diminué ($R^2=0,83$) de 99 à 13 grands incendies par an. Par contre, dans MC, la zone nettoyée par l'incendie a présenté une tendance hebdomadaire ($R^2=0.25$) de 95,711 à 6,936 ha de grands incendies par an. Dans NW, le nombre d'incendies de 1974 à 2009 a diminué ($R^2=0.63$) de 305 à 80 grands incendies par an. Dans NW, la zone balayée par l'incendie a diminué ($R^2=0.45$) de 77,244 à 18,949 ha de grands incendies par an. Dans MI, le nombre d'incendies de 1978 à 2009 a diminué ($R^2=0.62$) de 139 à 22 grands incendies par an. Dans MI, la zone balayée par l'incendie a diminué ($R^2=0.34$) de 58,636 à 8,076 ha de grands incendies par an. Par conséquent, il y a une tendance à avoir moins de LF aujourd'hui qu'à la fin des années 70 et début 80; ceci est plus évident dans MC et moins dans MI et NW. Le montant total de la zone brûlée par an n'affiche pas clairement cette tendance; cette question attire notre attention sur le fait que nous ne pouvons pas dépendre uniquement des efforts d'extinction si nous voulons amoindrir considérablement la zone balayée chaque année par les grands incendies. La tendance est similaire (mais moins évidente) lorsqu'on utilise LF comme >250 ha ou >500 ha. Notre interprétation est que ces grands incendies sont soumis à des paramètres climatiques extrêmes et par conséquent, nos efforts d'extinction sont moins efficaces.

FBR.3 - Point pattern analysis of forest fire occurrence in Canton Ticino (Switzerland)

Vega Orozco C.¹, Tonini M.¹, Kanevski M.¹, Conedera M.²

1. Institute of Geomatics and Risk Analysis, University of Lausanne, CH-1015 Lausanne, Switzerland; 2. WSL Swiss Federal Research Institute, Insubric Ecosystem Research Group, Via Belsoggiorno 22, CH-6500, Bellinzona, Switzerland

CarmenDelia.VegaOrozco@unil.ch, Marj.Tonini@unil.ch, Mikhail.Kanevski@unil.ch, marco.conedera@wsl.ch

Forest fires are events occurring in space and in time and their pattern distribution analysis is an important tool supporting actions dealing with their prevention. This study analyzes, by means of statistical tools, the distribution of forest fires in the canton of Ticino, located in the Southern Swiss Alps. This canton is the most fire prone region of Switzerland; and since the 1960s, the number of forest fires has significantly increased due to factors such as climate change and to the accumulation of combustible material as a result of socioeconomic shifts undergone by the canton. The Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research (WSL) upholds an exhaustive database of forest fires in Switzerland (www.wsl.ch/swissfire). These events are characterized by their locations (X,Y coordinates), occurrence in time, size of burnt area, and other information such as ignition cause, slope, aspect, altitude, distribution of vegetation, etc. This data-structure allows studying the dynamics of fire ignition pattern through stochastic point processes, which represent an important exploratory analysis for forest services to fire containment. Indeed, the study of the spatial and temporal patterns of forest fire occurrences can assist fire managers and policy-makers to conduct finest distribution of firefighting resources by better understanding the characteristics and structure of clusters. The knowledge of the extent of fire incidence can also be used in the parameterization and definition of the WUI regarding local conditions. In this research we considered 2,402 ignition points corresponding to forest fires occurrences in Ticino during the period from 1969 to 2008; aiming to analyze whether forest fire events occur randomly, in clusters or in some regular pattern. For that, we used Ripley's K-function, which describes how the interaction between events varies through the space and defines if time influences this distribution. This nonparametric spatial statistics tool can afterwards support nearest-neighbor analyses to detect areas with higher fire incidences. The Ripley's K-function of a spatial point process is defined as: $K(r) \equiv \lambda^{-1} E \hat{K}(r)$, where $E(\cdot)$ denotes the expected number of further events within a distance r of an arbitrary event. The analysis tests for complete spatial randomness (CSR) which implies no interactions among points; that is, the probability of the occurrence of fire at any point is independent of each other fire event. Subsequently, departure from CSR indicates clustering (aggregation) or dispersion (regularity or inhibition) of fire occurrences. This is evaluated against a confidence interval constructed by performing n simulations of the events under the CSR hypothesis. This study develops the Ripley's K-function implemented for forest fire occurrences in canton Ticino, discusses the spatial implication of the obtained results and explains the utility of this technique to fire prevention planning.

Keywords: Point process, forest fire occurrence, K-function, spatial patterns, temporal patterns, inhomogeneous K-function

Gli incendi forestali sono eventi che si verificano nello spazio e nel tempo e l'analisi del loro modello di distribuzione è uno strumento importante a sostegno delle azioni per la loro prevenzione. Questo studio analizza, per mezzo di strumenti statistici, la distribuzione degli incendi boschivi nel Canton Ticino, situato nelle Alpi svizzere meridionali. Questo cantone è la regione svizzera più soggetta agli incendi, e dal 1960, il numero degli incendi boschivi è notevolmente aumentato a causa di fattori come il cambiamento climatico e l'accumulo di materiale combustibile in conseguenza dei cambiamenti socio-economici subiti dal Cantone. L'Istituto federale di ricerca su foreste, neve e paesaggio (WSL) mantiene un database completo degli incendi boschivi in Svizzera (www.wsl.ch/swissfire). Questi eventi sono caratterizzati dalla loro posizione (coordinate X, Y), dal loro verificarsi nel tempo, dalla dimensione dell'area incendiata e da altre informazioni come: causa di innesco, versante, aspetto, altitudine, distribuzione della vegetazione, ecc. La struttura dei dati permette di studiare le dinamiche del modello di innesco degli incendi attraverso processi di punto stocastico, che rappresentano un'importante analisi esplorativa per i servizi forestali e per il contenimento degli incendi. Infatti, lo studio dei modelli spaziali e temporali del fenomeno degli incendi boschivi può aiutare i manager antincendio e i responsabili politici a organizzare una migliore distribuzione delle risorse antincendio attraverso una migliore comprensione delle caratteristiche e della struttura dei cluster. La conoscenza dell'entità dell'incidenza degli incendi può essere utilizzata anche nella parametrizzazione e nella definizione della WUI per quanto riguarda le condizioni locali. In questa ricerca abbiamo preso in considerazione 2,402 punti di innesco corrispondenti agli incendi boschivi verificatisi nel Ticino durante il periodo 1969-2008, con l'obiettivo di analizzare se gli incendi boschivi si siano verificati in modo casuale, in cluster o secondo un modello regolare. Per questo, abbiamo utilizzato la funzione K di Ripley, che descrive il variare dell'interazione tra gli eventi attraverso lo spazio e definisce l'influsso del tempo su questa

distribuzione. Questo strumento statistico spaziale non-parametrico può successivamente aiutare le analisi del vicino più prossimo a rilevare le aree con una più alta incidenza di incendi. La funzione K di Ripley di un processo di punto spaziale è definita come: $K(r) \equiv \lambda^{-1} E(n_r)$, dove $E(n_r)$ indica il numero previsto di ulteriori eventi entro una distanza r di un evento arbitrario. L'analisi verifica la casualità spaziale completa (CSR) che non implica interazioni tra punti, cioè la probabilità del verificarsi di un incendio in ogni punto è indipendente da ogni altro caso di incendio. Di conseguenza, lo scostamento dalla CSR indica clustering (aggregazione) o dispersione (regolarità o inibizione) dei fenomeni di incendio. Questo viene valutato rispetto a un intervallo di confidenza costruito mediante l'esecuzione di simulazioni n degli eventi in base all'ipotesi CSR. Questo studio sviluppa la funzione K di Ripley applicata al fenomeno degli incendi boschivi nel Canton Ticino, discute le implicazioni spaziali dei risultati ottenuti e spiega l'utilità di questa tecnica per la pianificazione della prevenzione incendi.

Les incendies de forêt sont des événements qui se produisent dans l'espace et dans le temps; leur analyse de la distribution des modèles est un outil important appuyant les actions concernant leur prévention. Cette étude analyse, au moyen d'outils statistiques, la distribution des incendies de forêt dans le canton du Tessin, situé au sud des Alpes suisses. Ce canton est la région la plus propice de Suisse aux incendies; depuis les années 1960, le nombre des incendies de forêt a considérablement augmenté du fait des facteurs tels que le changement climatique et l'accumulation de matériau combustible comme résultat de bouleversements socioéconomiques du canton. L'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) détient une base de données exhaustive d'incendies de forêt en Suisse (www.wsl.ch/swissfire). Ces événements sont caractérisés par leurs emplacements (coordonnés X, Y), leur apparition dans le temps, la surface de la zone brûlée et d'autres informations telles que la cause de l'incendie, l'inclinaison, l'aspect, l'altitude, la distribution de la végétation, etc. Cette structure des données permet d'étudier la dynamique du modèle d'allumage de l'incendie à travers les processus ponctuels stochastiques qui représentent une analyse exploratoire importante pour les services de la forêt en vue de maîtriser les incendies. En effet, l'étude des modèles spatiaux et temporels des apparitions des incendies de forêt peut permettre aux gestionnaires des incendies et aux décideurs de mener la meilleure répartition des ressources de lutte contre l'incendie par une meilleure compréhension des caractéristiques et de la structure des agrégats. La connaissance de l'expansion de l'incidence de l'incendie peut également être utilisée pour le paramétrage et la définition de la WUI concernant les conditions locales. Dans cette recherche, nous considérons 2,402 points d'amorce de l'incendie correspondant aux apparitions d'incendie de forêt dans le Tessin pendant la période 1969-2008; l'étude vise à déterminer si les événements d'incendie de forêt ont lieu de façon aléatoire, dans les agrégats ou dans un modèle régulier. Pour ce faire, nous avons utilisé la fonction K de Ripley qui décrit comment l'interaction entre les événements varie dans l'espace et définit si le temps influence cette distribution. Cet outil statistique spatial non paramétrique peut également supporter les analyses du voisinage immédiat afin de détecter les zones ayant les incidences d'incendie les plus élevées. La fonction

K de Ripley du processus d'un point spatial se définit comme: $K(r) \equiv \lambda^{-1} E(n_r)$, où $E(n_r)$ est le nombre prévu d'événements futurs sur une distance r d'un événement arbitraire. Les tests d'analyse du caractère totalement aléatoire spatial (CSR) n'impliquent pas d'interactions entre les points; en d'autres termes, la probabilité d'apparition du feu dans un point quelconque est indépendante de tout autre événement de feu. Ainsi, le départ du CSR indique l'agrégat (agrégation) ou la dispersion (régularité ou inhibition) des apparitions d'incendie. Ceci a été évalué avec un intervalle de confiance construit par des simulations des événements selon l'hypothèse CSR. Cette étude développe la fonction K de Ripley mise en œuvre pour les apparitions d'incendie dans le canton du Tessin, elle examine l'implication spatiale des résultats obtenus et elle explique l'utilité de cette technique de planification de prévention des incendies.

FBR.4 - Managing fire risk in temperate forests: insights from the 2009 Victorian (Australia) bushfires

Bradstock R., Price O.

Centre for Environmental Risk Management of Bushfires, Institute for Conservation Biology & Management, University of Wollongong, NSW, 2522 Australia

rossb@uow.edu.au; oprice@uow.edu.au

Fires in the south eastern state of Victoria in early February 2009 destroyed over 2500 buildings and killed 173 people. These fires occurred chiefly in temperate forested landscapes under weather conditions of the utmost recorded severity. While the size, intensity and level of damage of to human infrastructure are not unprecedented, the opportunities for analyses of the causes of losses are unique due to the potential to integrate detailed spatial data. Analyses indicate that weather conditions are the dominant factor controlling fire severity and inferred fire intensity. Therefore, opportunities for effective suppression in these forests may be negligible when the weather is at its worst. Probability of house destruction under these conditions is a complex function of the interaction between fuel age, forest cover, housing density and distance of vegetation from property. Losses tended to be low when: houses are more than 100m from forests; fuel age in adjacent forests is low; house density is low, and; forest cover up to a distance of 2 km from property is low (i.e. substantially cleared). These results reinforce the necessity to implement appropriate planning for development in the future to limit the exposure of property to fire-prone forests. They also reinforce the necessity to focus fuel treatments to the immediate vicinity of existing developments. The latter requirement poses a formidable challenge to land and fire managers.

Keywords: weather, fuel, forest cover, fire severity

All'inizio del mese di Febbraio del 2009 gli incendi nello stato sud-orientale di Victoria hanno distrutto oltre 2500 edifici e ucciso 173 persone. Questi incendi si sono verificati principalmente in ambienti di foreste temperate in condizioni meteorologiche di severità mai registrate. Mentre non sono eccezionali l'entità, intensità e il livello di danni arrecati alle infrastrutture umane, l'opportunità di analizzare le cause delle perdite grazie alla possibilità di integrare dati spaziali dettagliati è unica. Le analisi indicano che le condizioni meteo sono l'elemento dominante che controlla la gravità dell'incendio e l'intensità presupposta. Quindi, le possibilità di estinguere gli incendi in modo efficace in queste foreste potrebbero essere trascurabili quando le condizioni meteorologiche sono così gravi. La probabilità di distruggere le case in tali condizioni è una funzione complessa dell'interazione fra l'età del combustibile, la copertura forestale, la densità di abitazioni e la distanza della vegetazione dagli immobili. Le perdite tendevano a essere basse quando: le case si trovavano a più di 100 m dai boschi; l'età del combustibile nelle foreste adiacenti era bassa; la densità di abitazioni era scarsa e non c'era molta copertura forestale fino a una distanza di 2 km dagli immobili (cioè sostanzialmente sgombra). Questi risultati rafforzano la necessità di realizzare una pianificazione adeguata da sviluppare in futuro, al fine di limitare l'esposizione delle case e degli edifici alle foreste soggette ad incendi. Risulta più forte anche la necessità di concentrare i trattamenti del combustibile nell'immediata vicinanza degli abitati esistenti. Quest'ultima esigenza rappresenta una straordinaria sfida per chi deve gestire il territorio e le operazioni antincendio.

Les incendies dans le sud-est de l'État de Victoria, début février 2009, ont détruit plus de 2 500 constructions et tués 173 personnes. Ces incendies ont eu lieu principalement dans les paysages forestiers tempérés, dans des conditions climatiques de la plus grande gravité enregistrée. Alors que la taille, l'intensité et le niveau de dommage des infrastructures humaines sont sans précédent, les opportunités d'analyses des causes des pertes sont uniques du fait de la possibilité d'intégrer des données spatiales détaillées. Les analyses indiquent que les conditions climatiques sont le facteur dominant contrôlant la gravité et l'intensité d'incendie inférée. Par conséquent, les opportunités d'extinction efficace dans ces forêts peuvent être négligeables lorsque le climat est au pire. La probabilité de destruction de maisons dans ces conditions est une fonction complexe de l'interaction entre l'âge du combustible, la couverture de la forêt, la densité de l'habitat et la distance entre la végétation et la propriété. La tendance des pertes est basse lorsque: les maisons sont à plus de 100 m des forêts; l'âge du combustible dans les forêts adjacentes est petit; la densité d'habitat est faible et la couverture de la forêt sur une distance de 2 km de la propriété est faible (c'est-à-dire substantiellement vierge). Ces résultats renforcent la nécessité de mettre en œuvre une planification appropriée pour le développement futur afin de limiter l'exposition de la propriété aux forêts propices à l'incendie. Ils appuient aussi la nécessité de focaliser les traitements du combustible dans le sillage immédiat des développements existants. Cette dernière nécessité est un défi remarquable aux gestionnaires des incendies et du sol.

FBR.5 - Fire spread in ageing Calabrian Pine slash

Bilgili E.¹, Baysal I.², Dinc Durmaz B.¹

1. Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Turkey; 2. Ontario Forest Research Institute, Forest Landscape Ecology Program, Canada

bilgili@ktu.edu.tr, ismail.baysal@ontario.ca, bahardinc@gmail.com

Calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) is the most widely distributed coniferous species in Turkey and constitute 25.6% of the total forested land. Most calabrian pine stands are relatively young and constitute high fire hazard calling for immediate reduction of fuels through silvicultural interventions (i.e., thinning and pruning). However, the effect of slash deposited to the forest floor and the changes in slash fuel characteristics over time on fire behavior is not well understood. This study reports and evaluates the results of a fire behavior study conducted in four different aging calabrian pine slash fuels. A total of 48 slash plots (5x2 m) with two different fuel loadings were used. Experimental fires were conducted under varying weather conditions. Rate of spread was closely related to wind speed, foliage retention and fuel moisture contents. Rate of fire spread ranged from 0.29 to 10.44 m²min⁻¹. The results obtained in this study should be important in fire management practices in young calabrian pine stands

Keywords: *Fire behavior, slash fuel, thinning, Pinus brutia, Turkey*

Il pino calabro (*Pinus brutia* Ten.) è la specie di conifere più diffusa in Turchia e costituisce il 25.6% del territorio forestale totale. La maggior parte dei soprassuoli di pino calabro sono relativamente giovani e presentano un rischio incendi elevato, richiedendo una riduzione immediata dei combustibili attraverso interventi silviculturali (cioè, sfoltimento e potatura). Tuttavia, non sono ben chiari l'effetto dei residui di vegetazione depositati sul manto forestale e le variazioni nelle caratteristiche del combustibile di tali residui nel corso del tempo sul comportamento del fuoco. Questo studio esamina e valuta i risultati di uno studio sul comportamento del fuoco condotto su quattro differenti combustibili a base di residui vegetali stagionati di pino calabro. Sono stati utilizzati un totale di 48 appezzamenti di residui forestali (5x2 m) con due diversi carichi di combustibile. Sono stati eseguiti incendi sperimentali in condizioni meteorologiche variabili. Il tasso di propagazione era strettamente legato a velocità del vento, ritenzione di fogliame e umidità del combustibile. Il tasso di propagazione del fuoco variava da 0.29 a 10.44 m min⁻¹. I risultati ottenuti in questo studio dovrebbero essere importanti per le pratiche di gestione del fuoco nelle pinete di pino calabro di recente formazione.

Le pin de Calabre (*Pinus brutia* Ten.) est l'espèce de conifères la plus commune en Turquie et il constitue 25.6% de toute la forêt. La plupart des peuplements de pins de Calabre sont relativement jeunes et constituent un grand risque d'incendie impliquant une réduction immédiate des combustibles par le biais d'interventions de sylviculture (c'est-à-dire l'éclaircissage et l'élagage). Cependant, les rémanents laissés sur le sol de la forêt et les changements dans le temps des caractéristiques du combustible formé par les rémanents ont des effets sur le comportement de l'incendie qui ne sont n'bien appréhendée. Cette recherche décrit et évalue les résultats d'une étude du comportement de l'incendie menée dans quatre différents vieillissements des combustibles formés par des rémanents de pin de Calabre. Un total de 48 lots de rémanents (5x2 m), avec deux différentes charges combustibles, ont été utilisés. Des incendies expérimentaux ont été provoqués sous différentes conditions climatiques. Le taux d'expansion était étroitement lié à la vitesse du vent, à la rétention du feuillage et au contenu d'humidité du combustible. Le taux d'expansion de l'incendie allait de 0.29 à 10.44 m min⁻¹. Les résultats obtenus dans cette étude sont importants pour les pratiques de gestion de l'incendie dans les jeunes peuplements de pin de Calabre.

FBR.6 - Estimation of fire load using remote sensing methods

Wozniak E., Kwiatkowski M.

Forest Research Institute, Forest Fire Protection Department, Sękocin Stary, 3, Braci Leśnej Street, 05-090 Raszyn, Poland

E.Wozniak@ibles.waw.pl, M.Kwiatkowski@ibles.waw.pl

The forests where the pine tree is the dominant species constitute the largest surface area in Poland. At the same time that kind of forest stand is more susceptible to fires than the others. The fire load, the quantity of biomass which burns up in the forest fire, is the essential element which influences on the fire risk and fire spread dynamic. The determination of its magnitude permits to establish the areas with high risk of fire. Furthermore, the knowledge about the amount of fire load allows to model fire spread in forests. It is crucial for the proper planning of the fire extinction action. The vast majority of fires in Polish condition are bed fires. The crown fires comprise 10% of total number of blazes, of which 90% happens in young forest stands up to 40 years. The mathematical models of fire load were developed for coniferous forest habitats in the 90's by the Forest Research Institute. They permit to establish the amount of total biomass available for fire consumption in the selected coniferous forest habitats. The aim of the study was to develop the method which allows the application of the model into different kind of forests where the pine species is dominant independently on the habitat. The test area is located in five forest inspectorates: Dobieszyn, Koźienice, Marcule, Radom i Zwoleń. On the base of the detailed numeric forest inventory maps the fire load was established for forest habitats according to the existent models. Then, using vegetation indexes: SAVI, NDVI, VARI obtained from Landsat TM satellite images, the models were extrapolated to the rest of the stand. The simple method for estimation fire load was elaborated. It permits the calculation of fire load for the most of forest stands in Poland with high spatial resolution. The fire load estimated in such way can be used for modeling of fire spread dynamics facilitating the planning of firefighting action as well as it permits the estimation of carbon dioxide released during the fire.

Keywords: forest fire, fire load, remote sensing

Le foreste dove il pino è la specie dominante costituiscono la superficie più estesa in Polonia. Allo stesso tempo, quel tipo di soprassuolo è più suscettibile agli incendi di altri. Il carico di combustibile, la quantità di biomassa che brucia nell'incendio forestale, è l'elemento fondamentale che influenza il rischio di incendi e la relativa dinamica di propagazione. La determinazione della sua grandezza permette di stabilire le aree ad alto rischio di incendi. Inoltre, le conoscenze sulla quantità del carico di combustibile permettono di descrivere con un modello la propagazione del fuoco nelle foreste. È fondamentale per la corretta pianificazione dell'azione di spegnimento degli incendi. La stragrande maggioranza degli incendi in Polonia sono gli incendi di lettiera. Gli incendi di chioma costituiscono il 10% del numero totale, di cui il 90% avviene in boschi recenti di massimo 40 anni di età. I modelli matematici del carico di combustibile sono stati sviluppati per gli habitat forestali di conifere negli anni 90 dall'Istituto per la ricerca forestale. Essi consentono di stabilire la quantità di biomassa totale disponibile per il consumo da parte di un incendio negli habitat forestali di conifere selezionati. Lo scopo dello studio era di sviluppare un metodo che permettesse l'applicazione del modello a diversi tipi di foreste in cui il pino è la specie dominante, indipendentemente dall'habitat. L'area del test è situata in cinque ispettorati forestali: Dobieszyn, Koźienice, Marcule, Radom e Zwoleń. Sulla base di mappe numeriche dettagliate del catasto forestale, è stato stabilito il carico di combustibile per gli habitat forestali secondo i modelli esistenti. Poi, utilizzando gli indici di vegetazione SAVI, NDVI, VARI, ottenuti da immagini satellitari Landsat TM, sono stati estrapolati modelli per il resto del bosco. È stato elaborato un metodo semplice per la stima del carico di combustibile che permette di calcolarlo per la maggior parte dei soprassuoli polacchi con elevata risoluzione spaziale. Il carico di combustibile stimato in questo modo può essere utilizzato per la modellazione della dinamica di propagazione dell'incendio, semplificando la pianificazione dell'azione antincendio e permettendo anche la valutazione dell'anidride carbonica rilasciata durante l'incendio.

Les forêts dans lesquelles les pins sont l'espèce dominante constituent la zone la plus vaste de la Pologne. Parallèlement, ce type de peuplement forestier est plus susceptible d'incendie que les autres. La charge combustible, c'est-à-dire la quantité de biomasse qui brûle pendant l'incendie, est l'élément essentiel qui influence le risque d'incendie et la dynamique d'expansion du feu. La détermination de sa magnitude permet d'établir les zones présentant un risque élevé d'incendie. De plus, la connaissance du volume de la charge combustible permet de modéliser l'expansion de l'incendie dans les forêts. Elle est capitale pour la bonne planification de l'action d'extinction de l'incendie. La grande majorité des incendies, dans la condition



polonaise, est formée par des lits de feu. Les feux de cimes représentent 10% du nombre total d'incendies, dont 90% se produisant dans les jeunes forêts dure jusqu'à 40 ans. Des modèles mathématiques de charge combustible ont été développés pour les habitats de forêts conifères dans les années 1990 par l'Institut de recherche sur les forêts. Ils permettent d'établir la quantité de biomasse totale disponible pour la consommation dans les habitats de forêts conifères. L'objectif de l'étude est de développer une méthode qui permet d'appliquer ce modèle dans divers types de forêts où l'espèce du chêne est dominante, indépendamment de l'habitat. La zone d'évaluation se situe dans cinq inspectors forestiers: Dobieszyn, Koziernice, Marcule, Radom et Zwoleń. Nous avons établi, sur la base d'une carte numérique d'inventaire des forêts, la charge combustible pour les habitats des forêts selon les modèles existants. Ensuite, grâce aux indices de végétation SAVI, NDVI, VARI, obtenus grâce aux images satellite Landsat TM, les modèles ont été extrapolés du reste du lot. La méthode simple d'estimation de la charge combustible a été élaborée. Elle permet de calculer la charge combustible pour la plupart des types de forêts en Pologne avec une haute résolution spatiale. La charge combustible estimée de la sorte peut être utilisée pour la modélisation de la dynamique d'expansion des incendies, ce qui facilite la planification de l'action de lutte contre les incendies, ainsi que l'estimation du dioxyde de carbone émis pendant ces incendies.

FBR.7 - Experimental study on the coupling between flame and porous forest fuels*Bartoli P.^{1,2}, Simeoni A.³, Torero J.L.², Santoni P.A.¹**1. SPE-UMR CNRS 6134, University of Corsica, Corte, France; 2. BRE Centre for Fire Safety Engineering, University of Edinburg, Edinburg, UK; 3. Department of Fire Protection Engineering, Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA, USA**pauline.bartoli@univ-corse.fr, asimeoni@wpi.edu, J.Torero@ec.ad.uk, santoni@univ-corse.fr*

In Mediterranean areas, forest fires are a common phenomenon. They have ecological, economic and human repercussions. Forest fires studies require the consideration of numerous interconnected complex phenomena such as vegetal fuel thermal degradation, gaseous combustion, thermal transfers, atmospheric coupling, and so on. The aim of this work is to increase the fundamental knowledge on the coupling between fuel and flame. It has been focused on the particle and the vegetable complex scale. We applied to our study on the combustion dynamics of forest fuels tools used in the field of fire safety research and engineering. For each experimental study presented, specific experimental protocols have been used and/or elaborated. A physical and a chemical characterization of the fine particles have been done for six species representatives of the Mediterranean ecosystem namely *Pinus halepensis*, *Pinus laricio*, *Pinus pinaster*, *Avena fatua*, *Erica arborea* and *Cistus monspeliensis*. Then, we considered the arrangement of those particles between them making a porous fuel bed such as a litter above the forest ground. We determined their permeability for various fuel loads usually found on the ground. A simple empirical law linking the permeability of pine needles fuel beds with their porosity and the pine needles geometrical properties has been proposed. A study on the combustion dynamics of porous vegetative fuels has been carried out thanks to the tools of the oxygen consumption calorimetry. For that purpose, we used classic calorimetry apparatus namely the Cone Calorimeter and the Fire Propagation Apparatus. We showed that the flow, the pine needles litters' bulk properties, the radiative heat flux imposed or the particle geometrical and physical characteristics and there state (dead or alive) have a clear influence on their combustion dynamics (time to ignition and heat release rate).

Keywords: *combustion, forest fires, calorimetry, porous fuel beds, heat release rate*

Nelle aree mediterranee, gli incendi forestali sono un fenomeno comune. Essi hanno ripercussioni ecologiche, economiche e umane. Gli studi sugli incendi boschivi devono prendere in considerazione numerosi fenomeni complessi interconnessi, quali il deterioramento termico del combustibile vegetale, la combustione gassosa, i trasferimenti termici, l'accoppiamento atmosferico e così via. Lo scopo di questo lavoro è di approfondire le conoscenze di base sull'accoppiamento del combustibile con la fiamma, concentrandosi sulle particelle e la complessa scala vegetale. Diversi strumenti usati nell'ambito della sicurezza e dell'ingegneria antincendio sono stati applicati ai nostri studi sulla dinamica della combustione della vegetazione forestale. Per ogni studio sperimentale presentato, sono stati utilizzati e/o elaborati dei protocolli sperimentali specifici. È stata effettuata una caratterizzazione fisica e chimica delle particelle fini per sei specie rappresentative dell'ecosistema del Mediterraneo, in particolare *Pinus halepensis*, *Pinus laricio*, *Pinus pinaster*, *Avena fatua*, *Erica arborea* e *Cistus monspeliensis*. Poi abbiamo considerato la sistemazione di quelle particelle che, fra queste, costituiscono un letto di combustibile poroso come lettiera sopra la superficie del bosco. Abbiamo determinato la loro permeabilità per vari carichi di combustibile che si trovano di solito sul terreno. È stata così proposta una semplice legge empirica che collega la permeabilità dei letti di combustibile di aghi di pino con la loro porosità e le proprietà geometriche degli aghi di pino. Uno studio sulla dinamica di combustione dei combustibili vegetali porosi è stato eseguito grazie agli strumenti di calorimetria del consumo di ossigeno. A tal fine abbiamo utilizzato un classico apparato per la calorimetria, ovvero il Cono Calorimetrico e l'Apparato per la Propagazione dell'Incendio. Abbiamo mostrato che il flusso, le proprietà globali delle lettiera di aghi di pino, il flusso di calore radiativo imposto o le caratteristiche geometriche e fisiche delle particelle e il loro stato (morte o vive) hanno un'evidente influenza sulla loro dinamica di combustione (tempo di accensione e tasso di rilascio del calore).

Dans les zones méditerranéennes, les feux de forêts sont un phénomène ordinaire. Ils ont des répercussions écologiques, économiques et humaines. Les études d'incendies de forêt nécessitent la prise en compte des nombreux phénomènes complexes interconnectés, tels que la dégradation thermique du combustible végétal, la combustion gazeuse, les transferts thermiques, le couplage atmosphérique, etc. L'objectif de cette étude est de renforcer la connaissance fondamentale du couplage entre le combustible et la flamme. Elle a été concentrée sur la particule et l'échelle complexe végétale. Nous appliquons à notre étude de la dynamique de combustion des combustibles forestiers, les outils utilisés dans le cadre de la recherche et de l'ingénierie sur la sécurité incendie. Pour chaque étude expérimentale présentée, des protocoles expérimentaux spécifiques ont été utilisés ou



élaborés. Une caractérisation chimique et physique des particules fines a été faite pour six espèces représentatives de l'écosystème méditerranéen, notamment le *Pinus halepensis*, le *Pinus laricio*, le *Pinus pinaster*, l'*Avena fatua*, l'*Erica arborea* et le *Cistus monspeliensis*. Puis, nous avons considéré la disposition de ces particules entre elles en faisant un lit de combustible poreux comme une litière sur le sol de la forêt. Nous avons déterminé leur perméabilité aux différentes charges combustibles généralement trouvées sur le sol. Une loi empirique simple liant la perméabilité des lits d'aiguilles de pin à leur porosité et aux propriétés géométriques des aiguilles de pin a été proposée. Une étude de la dynamique de combustion des combustibles végétaux poreux a été menée grâce aux outils de la calorimétrie à consommation d'oxygène. Pour ce faire, nous avons utilisé le cône calorimètre et le FPA. Nous avons démontré que l'écoulement, les propriétés globales de la litière d'aiguilles de pin, le flux de chaleur radiative imposé ou les caractéristiques physiques et géométrique des particules, et leur état (mort ou vivant) ont une influence évidente sur la dynamique de combustion (temps d'allumage et taux de production de chaleur).

FBR.8 - Fire behavior modeling in laboratory experiments

Beutling A.¹, Batista A.C.², Viana Soares R.²

1. Federal University of Mato Grosso do Sul Chapadão do Sul, MS, Brazil; 2. Forest Fire Laboratory, Federal University of Paraná Curitiba, PR, Brazil

beutling.a@gmail.com, batistaufpr@ufpr.br, rvsoares@ufpr.br

The objective of this research was to develop and adjust fire behavior models in laboratory experiments. The work was carried out in two locations: the University of Paraná Forest Fire Research Laboratory and the Rio Sagrado Industrial Chemistry Fire Control Laboratory, located in Curitiba and Quatro Barras Municipalities, Paraná State, Brazil, respectively. The dependent variables rate of spread and fire intensity were estimated through the independent and predetermined variables fuel load, fuel depth, flame high, and slope degree. Results showed that in slopes lower than 15° fuel load was the main factor in the rate of spread estimation, whereas in slopes higher than 15° inclination became the main factor. Second order polynomial models presented best fit to estimate fire spread based on the slope degree ($R^2=0.76$). Flame height presented good results to estimate rate of spread ($R^2=0.81$) and fire intensity ($R^2=0.83$).

Keywords: Fire behavior, Fire intensity, Rate of spread, Flame high

L'obiettivo di questa ricerca è stato quello di sviluppare e modificare modelli di comportamento dell'incendio in esperimenti di laboratorio. Il lavoro è stato svolto in due sedi: il Laboratorio di ricerca sugli incendi boschivi dell'Università di Paraná e il Laboratorio di chimica industriale per il controllo degli incendi di Rio Sagrado, situati rispettivamente nei comuni di Curitiba e Quatro Barras, nello stato di Paraná, Brasile. Sono state valutate variabili dipendenti come il tasso di propagazione e l'intensità del fuoco attraverso le variabili indipendenti e predeterminate del carico e altezza del combustibile, altezza di fiamma e grado di pendenza. I risultati hanno dimostrato che in pendenze inferiori a 15° il carico di combustibile era il fattore principale nella previsione del tasso di propagazione, mentre in pendenze superiori a 15° il fattore principale era l'inclinazione. Modelli polinomiali di secondo livello si sono dimostrati la soluzione più adatta per valutare la propagazione del fuoco in base al grado pendenza ($R^2=0.76$). L'altezza di fiamma ha dato buoni risultati per valutare il tasso di propagazione ($R^2=0.81$) e l'intensità del fuoco ($R^2=0.83$).

L'objectif de cette recherche est de développer et ajuster les modèles de comportement d'incendie dans les expériences de laboratoire. L'étude a été menée à deux endroits: auprès du Laboratoire de recherche d'incendie de forêt du Paraná et du Laboratoire de contrôle d'incendie de chimie industrielle de Rio Sagrado, situés respectivement dans les municipalités de Curitiba et Quatro Barras, État du Paraná, Brésil. Les variables dépendantes du taux d'expansion et d'intensité d'incendie ont été estimées par le biais des valeurs indépendantes et prédéterminées de masse de combustible, profondeur du combustible, hauteur de flamme et inclinaison de la pente. Les résultats ont montré que sur les inclinaisons inférieures à 15°, la masse de combustible était le principal facteur dans le taux d'estimation de l'expansion, tandis que sur les pentes inférieures à 15°, le facteur principal était l'inclinaison. Les modèles polynomiaux de deuxième ordre se sont révélés les meilleurs pour estimer l'expansion de l'incendie sur la base du degré d'inclinaison ($R^2=0.76$). La hauteur de la flamme s'est révélée appropriée pour l'estimation du taux d'expansion ($R^2=0.81$) et de l'intensité de l'incendie ($R^2=0.83$).

FBR.9 - Effects of fire and stand age, on carbon fluxes, carbon sequestration, and water use in the chaparral of Southern California

Oechel W.^{1,2}, Rossi A.¹, Murphy P.¹

1. Global Change Research Group San Diego State University, USA; 2. Fondazione Edmund Mach, San Michele all'Adige (TN), Italy

oechel@sunstroke.sdsu.edu

The chaparral is a significant sink of carbon from the atmosphere in all years, and at all ages, except for the time of fire, 1-3 years immediately after fire, and in years of extreme drought. Measurements and models indicate that even with recurrent fire, the chaparral can be a significant sink for atmospheric CO₂, and that by managing for older stands, that the rates of carbon sequestration can be increased as habitat value, biodiversity, and forage value are increased. These results contradict the long held notion that mature ecosystems are carbon neutral. Here, we show continuing strong sinks to stand ages 3-4 times the age of typical stand age at the time of fire. Current research is investigating the fate, turnover time, and long-term storage potential of carbon fixed, and laterally transported to alluvial deposits and other areas of sedimentation.

Keywords: *fire effects, carbon fluxes, chaparral*

Il *chaparral* è un notevole fissatore di carbonio proveniente dall'atmosfera in qualunque anno, e a tutte le età, tranne che nel momento dell'incendio, 1-3 anni immediatamente dopo l'incendio e negli anni di estrema siccità. I rilevamenti e i modelli indicano che persino con incendi ricorrenti, il *chaparral* può essere un importante fissatore di CO₂ atmosferica, e che, grazie alla gestione dei boschi maturi, i tassi di sequestro del carbonio possono essere aumentati tanto quanto aumenta il valore dell'habitat, la biodiversità e il valore del foraggio. Questi risultati contraddicono il concetto a lungo considerato vero che gli ecosistemi maturi sono neutri rispetto al carbonio. Nel presente lavoro viene mostrato che questi importanti fissatori di CO₂ assorbono 3-4 volte in più rispetto ad un bosco tipico, al momento dell'incendio. La ricerca attualmente si sta occupando del destino, tempo di turnover e potenziale di conservazione a lungo termine del carbonio fissato e collateralmente trasportato a depositi alluvionali e in altre aree di sedimentazione.

Le *chaparral* est un piège à carbone de l'atmosphère toutes les années et à tous les temps, sauf lors d'un incendie, 1-3 ans immédiatement après l'incendie, et pendant les années d'extrême sécheresse. Les mesures et modèles indiquent que même avec un incendie récurrent, le *chaparral* peut être un piège pour le CO₂ atmosphérique et en gérant les peuplements plus anciens, les taux de piégeage du carbone peuvent être augmentés, de même que la valeur d'habitat, la biodiversité et la valeur de forage sont augmentées. Ces résultats contredisent la vieille notion selon laquelle les écosystèmes matures sont neutres vis-à-vis du carbone. Ici, nous montrons la continuation de piégeages forts des peuplements, qui atteignent 3-4 fois l'âge de peuplement typique au moment de l'incendie. La recherche actuelle s'intéresse au sort, temps de fonctionnement et stockage à long terme potentiel du carbone fixé et transporté avec les dépôts alluviaux et autres zones de sédimentation.

FBR.10 - Modeling weather, orographic effects, and fire-atmosphere interactions in the unfolding of large wildfires

Coen J.L.¹, Riggan P.J.²

1. National Center for Atmospheric Research, P. O. Box 3000, Boulder, CO, 80307-3000; 2. U.S. Forest Service, Pacific Southwest Research Station, Forest Fire Laboratory, 4955 Canyon Crest Drive, Riverside, California, 92507

janicec@ucar.edu, priggan@fs.fed.us

Previous case studies using remote sensing and coupled weather-wildland fire behavior models have identified mesoscale atmospheric flow effects in complex terrain that, along with feedbacks between the fire and the atmosphere, largely captured the unfolding of large wildfires, presenting new questions about the dynamic mechanisms through which combinations of topographic features and the structure of atmospheric flows come together to produce seemingly inexplicable runs, splitting of fires, and blow ups. We investigate the factors influencing the growth of large wildland fires using a coupled weather-wildland fire model to simulate the growth of a fire, its impact on the atmosphere through heat release, and the subsequent feedback of these fire-induced winds on fire behavior. The methodology involves the use of a numerical weather prediction model capable of modeling fine scale atmospheric flows (under 1 km horizontal resolution) in very steep (slope where the rise over run of terrain may exceed 0.6) terrain. The wildland fire component is based upon semi-empirical relationships (one example being the Rothermel surface fire algorithms) and a canopy fire model. The fire behavior is coupled to the atmospheric model such that low level winds drive the spread of the surface fire, which in turn release sensible heat, latent heat, and smoke fluxes into the lower atmosphere, in turn feeding back to affect the winds directing the fire. Although this influence is most dramatic near the fire, model simulations show this influence can change windspeeds by several kilometers per hour even kilometers from the fire. The model is initialized with a synoptic-scale simulation of the region and fuel mapping data enhanced by additional sources to examine the meteorological flow in the vicinity of a wildfire, model the fire growth and interaction with the atmospheric flow, and compare with meteorological observations and airborne measurements during cases when it is available. The airborne remote sensing imagery from the FireMapper thermal-imaging radiometer on the USDA Forest Service PSW Airborne Sciences Aircraft maps the fire and is used not only for evaluating the error in the simulated extent of the fire perimeter but to reveal dynamically active regions of the fire fronts, their intensity, and their depth. Together, these simulations and observations are used to understand the dynamics of fire fronts, combined effects of fuel, terrain, and weather on fire behavior, and convective effects on fire evolution. Similar to previous case studies, simulations from southern California fires and other regions show that surface fire behavior results from three-dimensional atmospheric structure and flow effects over topographic features over a wide range of scales. Convective columns created by the fire can serve to accelerate the fire in directions perpendicular to the mean wind in restricted areas, creating running flanks when exposed to the wind, or split the fire into multiple heads. We re-examine the role of mass loading in dynamic models of fire behavior, where its effect is more complex.

Keywords: *fire behavior, wildfire modelling, fire mapping*

Gli esempi precedenti che utilizzavano il telerilevamento e i modelli di comportamento accoppiato incendi-meteo, hanno individuato gli effetti del flusso atmosferico su scala mesoscopica in terreni complessi che, insieme al feedback fra l'incendio e l'atmosfera, hanno catturato ampiamente lo svolgimento di grandi incendi, ponendo nuove domande sulle dinamiche attraverso cui la combinazione di caratteristiche topografiche e la struttura dei flussi atmosferici interagiscono per produrre percorsi apparentemente inspiegabili, moltiplicazioni d'incendi ed esplosioni. Qui approfondiamo i fattori che influenzano lo sviluppo d'incendi estesi in aree non coltivate utilizzando il modello accoppiato incendi-meteo per simulare l'andamento di un incendio, il suo impatto sull'atmosfera attraverso il calore emanato e il conseguente effetto dei venti indotti dall'incendio sul comportamento del fuoco. La metodologia comporta l'uso di un modello numerico di previsione meteo in grado di replicare i flussi atmosferici a scala piccola (con risoluzione orizzontale inferiore a 1 km) in terreni molto scoscesi (la pendenza rispetto alla linea del terreno potrebbe superare lo 0.6). La componente dell'incendio boschivo si basa su relazioni semi-empiriche (un esempio è rappresentato dagli algoritmi dell'incendio di superficie di Rothermel) e un modello d'incendio di chioma. Il comportamento dell'incendio si accoppia al modello atmosferico così che i venti a livello basso provocano la propagazione dell'incendio di superficie, che a sua volta emana un notevole calore, calore latente, e flussi di fumo nello strato basso dell'atmosfera, che a loro volta alimentano i venti che dirigono il fuoco. Benché questa influenza sia piuttosto forte vicino all'incendio, le simulazioni di modelli mostrano che questa influenza può modificare la velocità del vento di diversi chilometri orari, anche a chilometri dall'incendio. Il modello viene inizializzato con una simulazione su scala sinottica della regione e i

dati sulla mappatura del combustibile rinforzati da fonti supplementari per esaminare il flusso meteorologico in prossimità di un incendio, replicare l'andamento dell'incendio e l'interazione con il flusso atmosferico e fare un confronto con le osservazioni meteorologiche e i rilevamenti aerei nei casi in cui ciò sia possibile. Le immagini di telerilevamento aereo ricavate dal radiometro a immagini termiche FireMapper sui velivoli PSW Airborne Sciences Aircraft del Servizio Forestale USDA fanno una mappatura dell'incendio e vengono utilizzate non solo per valutare l'errore nell'estensione simulata del perimetro del fuoco, ma per rivelare in modo dinamico le regioni attive dei fronti dell'incendio, la loro intensità e altezza. Queste simulazioni e osservazioni, insieme, sono utilizzate per comprendere la dinamica dei fronti dell'incendio, gli effetti congiunti del combustibile, terreno e condizioni meteo sul comportamento del fuoco, nonché gli effetti convettivi sull'evoluzione dello stesso. Similmente ai casi precedenti, le simulazioni degli incendi nel sud della California e in altre regioni mostrano che il comportamento dell'incendio di superficie deriva dalla struttura atmosferica tridimensionale e dagli effetti del flusso sulle caratteristiche topografiche su una vasta gamma di scale. Le colonne convettive create dal fuoco possono servire ad accelerare l'incendio in direzioni perpendicolari al vento medio nelle aree ristrette, creando fianchi di incendio continui quando esposti al vento, o dividere l'incendio in fronti multipli. Riesaminiamo qui il ruolo del carico della massa in modelli dinamici di comportamento dell'incendio, dove il suo effetto è più complesso.

Les cas d'étude antérieurs utilisant la télédétection et les modèles couplés de comportement de l'incendie-climat ont identifié les effets de courants atmosphériques à moyenne échelle sur un terrain complexe; avec des rétroactions entre l'incendie et l'atmosphère, ils ont intensément capturé la gamme de grands incendies, présentant de nouvelles questions sur les mécanismes dynamiques à travers lesquels les combinaisons de caractéristiques topographiques et la structure des courants atmosphériques s'assemblent pour produire des fonctionnements apparemment inexplicables, des morcellements des incendies et des flambées explosives. Notre recherche se penche sur les facteurs qui influencent la croissance de grands feux de broussailles en utilisant un modèle couplé de feu de broussailles-climat pour simuler la croissance d'un incendie, son impact sur l'atmosphère à travers la production de chaleur et la rétroaction subséquente de ces vents provoqués par l'incendie sur le comportement de l'incendie. Cette méthodologie implique l'utilisation d'un modèle de prévision météorologique numérique en mesure de modéliser les courants atmosphériques à petite échelle (résolution horizontale inférieure à 1 km) dans un terrain très raide (pente où l'élévation du terrain peut dépasser 0.6). La composante de l'incendie est basée sur une relation semi-empirique (un exemple étant les algorithmes d'incendie de surface de Rothermel) et un modèle d'incendie de canopée. Le comportement de l'incendie est associé au modèle atmosphérique de sorte que les vents à faible niveau dirigent la propagation de l'incendie de surface qui à son tour dégage une chaleur sensible, une chaleur latente et des flux de fumées dans l'atmosphère basse, qui s'alimente pour affecter les vents dirigeant l'incendie. Bien que cette influence soit plus dramatique près de l'incendie, les simulations du modèle montrent que cette influence peut changer les vitesses du vent de plusieurs kilomètres par heure et même à des kilomètres de l'incendie. Le modèle est initialisé avec une simulation à l'échelle synoptique de la région et les données de cartographie du combustible améliorées par des sources supplémentaires pour examiner le courant météorologique dans le voisinage d'un feu de forêt, il modélise la croissance de l'incendie et l'interaction avec le courant atmosphérique, et compare aux observations météorologiques et aux mesures embarquées durant les cas, lorsqu'elles sont disponibles. L'imagerie embarquée de téléobservation du radiomètre d'images thermiques FireMapper de l'aéronef des sciences aérospatiales PSW du service des forêts USDA cartographie l'incendie et il est utilisé non seulement pour l'évaluation de l'erreur dans l'étendue simulée du périmètre de l'incendie, mais aussi pour la détermination des régions actives dynamiquement des fronts d'incendie, leur intensité et leur profondeur. Ensemble, ces simulations et observations sont utilisées pour la compréhension de la dynamique des fronts d'incendie, des effets associés au combustible, au sol et au climat sur le comportement de l'incendie, ainsi que des effets de convection sur l'évolution d'incendie. Comme les cas d'étude antérieurs, les simulations d'incendie en Californie du Sud et autres régions montrent que le comportement de l'incendie de surface résulte de la structure atmosphérique tridimensionnelle et les effets du courant sur les caractéristiques topographiques sur une grande gamme d'échelles. Les colonnes de convection créées par l'incendie peuvent favoriser l'accélération de l'incendie dans des directions perpendiculaires au vent dans les zones restreintes créant ainsi des flancs de roulement lorsqu'elles sont exposées au vent ou répandent l'incendie sur plusieurs fronts. Nous réexaminons le rôle de la masse générale des modèles dynamiques du comportement de l'incendie où les effets sont encore plus complexes.

FBR.II - Crown forest fire initiation in three dimensional setting

Perminov V.A.

Belovo Branch of Kemerovo State University, Belovo, Kemerovo region, Russia 652600

valerperminov@gmail.com

Mathematical model of forest fire was based on an analysis of known experimental data and using concept and methods from reactive media mechanics. In this paper the assignment and theoretical investigations of the problems of crown forest fire initiation in windy condition were carried out. The investigation takes in to account the mutual interaction of the forest fires and three dimensional atmosphere flows. The research is done by means of mathematical modeling of physical processes. It is based on numerical solution of Reynolds equations for chemical components and equations of energy conservation for gaseous and condensed phases. It is assumed that the forest during a forest fire can be modeled as a two-temperature multiphase non-deformable porous reactive medium. The boundary-value problem is solved numerically using the method of splitting according to physical processes. A discrete analog for the system of equations was obtained by means of the control volume method. The developed numerical model of forest fire initiation and spreading would make it possible to obtain a detailed picture of the variation in the velocity, temperature and chemical species concentration fields with time. Mathematical model and the result of the calculation give an opportunity to evaluate critical conditions of the forest fire initiation and spread which allows applying the given model for of means for preventing fires. The model overestimates the rate of the crown forest fires spread. The results obtained agree with the laws of physics and experimental data.

Keywords: mathematical model, forest fire, ignition, control volume, discrete analogue, method of splitting

Il modello matematico degli incendi boschivi è basato su un'analisi dei dati sperimentali noti e sull'utilizzo di concetti e metodi della meccanica dei mezzi reattivi. In questo lavoro sono state svolte indagini teoriche sui problemi legati all'inizio di incendi di chioma in condizioni ventose. L'indagine prende in considerazione l'interazione reciproca degli incendi boschivi e dei flussi atmosferici tridimensionali. La ricerca è stata effettuata per mezzo della modellazione matematica dei processi fisici. Si basa sulla risoluzione numerica delle equazioni di Reynolds per i componenti chimici e per le equazioni di conservazione dell'energia per le fasi gassose e condensate. Si presume che il bosco durante un incendio possa essere modellato come un mezzo reattivo e poroso indeformabile multi-fase a due temperature. Il problema del valore limite è risolto numericamente con il metodo di suddivisione in base a processi fisici. Un analogo discreto per il sistema di equazioni è stato ottenuto mediante il metodo di controllo del volume. Il modello numerico sviluppato dell'inizio e della propagazione degli incendi forestali permetterebbe di ottenere un quadro dettagliato della variazione dei campi di concentrazione di velocità, temperatura e specie chimiche con il tempo. Il modello matematico e il risultato del calcolo danno l'opportunità di valutare le condizioni critiche dell'inizio e della propagazione degli incendi boschivi, permettendo di applicare il modello dato alla prevenzione degli incendi. Il modello sopravvaluta il tasso di propagazione degli incendi di chioma. I risultati ottenuti concordano con le leggi della fisica e con i dati sperimentali.

Le modèle mathématique du feu de forêt est basé sur une analyse des données expérimentales connues, et l'utilisation de concepts et de méthodes de la mécanique de moyens réactifs. Dans cet article, nous avons mené des recherches théoriques et pratiques sur les problèmes d'amorce du feu de forêt domaniale sous l'effet du vent. L'étude prend en considération l'interaction mutuelle des feux de forêt et trois flux atmosphériques. La recherche s'appuie sur le modèle mathématique de processus physiques. Elle est basée sur une solution numérique des équations de Reynolds pour les composants chimiques et les équations de conservation de l'énergie pour les phases gazeuses et condensées. On suppose que la forêt peut être modélisée, pendant un feu de forêt, comme un moyen réactif poreux non déformable multiphase à deux températures. Le problème aux limites est résolu de façon numérique en utilisant la méthode de séparation en fonction des processus physiques. Un analogue discret pour le système d'équations a été obtenu par le biais de la méthode du contrôle du volume. Le modèle numérique développé d'amorce et d'expansion du feu de forêt permet d'obtenir un aperçu détaillé de la variation de la vitesse, de la température et des champs de concentrations des espèces chimiques dans le temps. Le modèle mathématique et le résultat des calculs ont permis d'évaluer les conditions critiques d'amorce et d'expansion du feu de forêt qui permettent d'appliquer le modèle donné de moyens pour prévenir les incendies. Le modèle surestime le taux d'expansion des incendies de forêt domaniale. Les résultats obtenus vont de pair avec les lois de la physique et les données expérimentales.

FBR.12 - TIGER LAB: dynamic integration of wind simulator with combustion and convection processes to model fire propagation in heterogeneous landscapes

Mazzoleni S.¹, Giannino F.¹, Sirignano M.¹, D'Anna A.¹, D'Aquino M.², Heathfield D.³, Li Q.³, Castro Rego F.⁴

1. University of Naples Federico II, Italy; 2. University of Naples Parthenope, Italy; 3. World in a Box, Finland; 4. CEABN, Lisboa

mazzolen@unina.it, giannino@unina.it, marianosirignano@yahoo.it, andrea.danna@unina.it, daquino@uniparthenope.it, duncan.heathfield@worldinbox.eu, qiangbing.li@wasptechnical.dk, frego@isa.utl.pt

Available fire propagation simulators are based on either 2D (rather simplistic empirically-based) or 3D (complicated, physically-based) spatial representations, the latter requiring very heavy computational capacity. We present a new integrated model, named TIGER LAB, developed within the FIRE PARADOX EU research project. This new system is characterized by an intermediate level of complexity and is able to simulate fire propagation in a landscape described by a DEM and characterized by heterogeneous fuel distribution and dynamic wind fields at high spatial resolution (1m² cells). The tool is based on a modular modelling approach and on the integration of different sub-models (combustion, convection/diffusion, irradiation, wind, insolation). In particular, a cell thermodynamic model represents the mass and energy dynamics due to combustion of different fuel types (leaves and wood) and to evaporation processes. Temperature balance is calculated in each cell and balanced by convection/diffusion processes with neighbouring cells, including an implicit representation of vertical updraft due to existing thermal gradients. Background wind field is calculated, by a simplified WAsP Engineering model, from either synoptic (geostrophic) wind inputs, or observations near to the fire area. This model dynamically defines local wind speeds and directions, corrected by orography, surface aerodynamic roughness and the effect of thermal convection processes induced by both fire and insolation. The software interface uses Google Earth technology for visualization. The model is aimed to be an advanced tool for teaching applications to show the interactions between wind and fire in different landscape scenarios and the dynamic behaviour of backfire applications.

Keywords: *Integrated model, fire contagion, backfire, wind fire interaction*

I simulatori di propagazione degli incendi disponibili si basano su rappresentazioni spaziali in modalità 2D (piuttosto semplicistica di tipo empirico) o 3D (complicata, di tipo fisico), quest'ultima richiede una notevole capacità di calcolo. Presentiamo qui un nuovo modello integrato, denominato TIGER LAB, sviluppato nell'ambito del progetto di ricerca dell'U.E. FIRE PARADOX. Questo nuovo sistema è caratterizzato da un livello intermedio di complessità ed è in grado di simulare la propagazione dell'incendio in un ambiente descritto da un DEM e caratterizzato dalla distribuzione eterogenea di combustibile e campi di vento dinamici ad alta risoluzione spaziale (1m² di celle). Questo strumento si basa su un approccio modellistico modulare e sull'integrazione di diversi sotto-modelli (combustione, convezione/diffusione, irradiazione, vento, insolazione). In particolare, un modello termodinamico a celle rappresenta la dinamica della massa e dell'energia risultante dalla combustione di diversi tipi di combustibile (foglie e legno) e dai processi di evaporazione. L'equilibrio della temperatura viene calcolato in ogni cella e bilanciato con i processi di convezione/diffusione con le celle vicine, compresa una rappresentazione implicita della corrente ascensionale verticale dovuta ai gradienti termici esistenti. Il campo del vento di fondo viene calcolato con un modello semplificato di WAsP Engineering sia mediante immissione sinottica di vento (geostrofico), che attraverso osservazioni vicine all'area dell'incendio. Questo modello definisce in modo dinamico le velocità e direzioni locali del vento, corrette mediante orografia, rugosità aerodinamica di superficie e l'effetto dei processi di convezione termica indotti sia dal fuoco sia dall'insolazione. Per la visualizzazione l'interfaccia software utilizza la tecnologia Google Earth. Questo modello mira ad essere uno strumento avanzato per applicazioni didattiche al fine di mostrare le interazioni fra il vento e il fuoco in diversi scenari paesaggistici e il comportamento dinamico delle applicazioni del controfuoco.

Les simulateurs de propagation d'incendie disponibles sont basés sur des représentations spatiales 2D (plutôt simpliste, empirique) ou 3D (complexe, physique), ce dernier système nécessitant une grande capacité de calcul. Nous

présentons un nouveau modèle intégré appelé TIGER LAB, développé dans le cadre du projet de recherche FIRE PARADOX EU. Ce nouveau système se caractérise par un niveau intermédiaire de complexité et peut simuler la propagation de l'incendie dans un paysage décrit par un SEM et caractérisé par une distribution de combustion hétérogène et des champs de vent dynamiques à une haute résolution spatiale (cellules de 1 m²). L'outil se base sur une approche de modélisation modulaire et l'intégration de différents sous-modèles (combustion, convection/diffusion, irradiation, vent, insolation). En particulier, un modèle thermodynamique de cellule représente la masse et la dynamique de l'énergie due à la combustion de différents types de combustibles (feuilles et bois) et des processus d'évaporation. L'équilibre de la température est calculé dans chaque cellule et équilibré par des processus de convection/diffusion avec des cellules voisines, y compris une représentation implicite de l'ascendance verticale due aux gradients thermiques existants. Le champ du vent arrière est calculé, par le biais d'un modèle d'ingénierie WAsP simplifié, à partir des données synoptiques (géostrophiques) ou des observations près de la zone d'incendie. Ce modèle définit avec dynamisme les vitesses et les directions du vent local, corrigé par l'orographie, la rugosité aérodynamique de la surface et l'effet des processus de convection thermique causés par l'incendie et l'insolation. L'interface logicielle utilise la technologie Google Earth pour la visualisation. Le modèle se veut un outil avancé d'applications d'enseignement pour démontrer les interactions entre le vent et l'incendie dans différents scénarios de paysage, ainsi que le comportement dynamique des applications inverses.

FBR.13- Evaluation of the performances of the fire simulators FOREFIRE and FARSITE in Mediterranean areas

Balbi J.H.¹, Bosseur F.¹, Filippi J.B.¹, Santoni P.A.¹, Salis M.^{2,3}, Spano D.^{2,3}, Arca B.⁴, Duce P.⁴

1. UMR CNRS 6134, campus Grimaldi, BP 52, 20250 Corte-France; 2. Department of Economics and Woody Plant Ecosystems, University of Sassari, Italy; 3. Euro Mediterranean Center on Climate Change (CMCC IAFENT), Sassari, Italy; 4. Institute of Biometeorology, CNR IBIMET, Sassari, Italy

balbi@univ-corse.fr; bosseur@univ-corse.fr; filippi@univ-corse.fr; santoni@univ-corse.fr, miksalis@uniss.it; spano@uniss.it, B.Arca@ibimet.cnr.it; P.Duce@ibimet.cnr.it

This work presents the comparison between two fire simulation codes that implement two distinct wildfire front rates of spread (RoS) models. Farsite simulator, developed by Missoula's firelab, is based on the Rothermel model, and has been used for years by firefighters around the world. ForeFire, developed at the University of Corsica, is a novel simulation code that aims to perform simulation at very high resolution while keeping very quick simulation time on regular computers. Farsite benefits from a much larger user base and has been very successful at predicting fire front shape and behaviour of fires occurring in the rather large forests that may be found in North America. ForeFire aims mostly to simulate fires occurring in very complex landscapes, trying to take into account meter large details (small roads, large rock bodies), often present in Mediterranean region and that may have significant impact on the fire front behaviour. The fire RoS model used in ForeFire differs from the Rothermel model and provides a more physical formulation of the phenomenon's involved in wildfire propagation. The objective here is not to compare performance of the two simulation codes, but to verify and validate the ability of the two codes in Mediterranean landscape. Both codes serves different purposes as it is easier to change and try novel formulation of RoS and fuel models in ForeFire, and Farsite benefits from years of development to be readily useable for foresters and fire fighters around the globe. To perform the comparison, both codes are presented and compared on 4 fires, two in Corsica and two in Sardinia that have been selected to be representative of typical fires that may occurs in the region. For all simulations, inputs were strictly identical, at the exception of the fuel models that differs (slightly) for the two RoS models. Comparison is made using typical error indices, and presented using intensity and arrival time fields. If simulation time for both models is in the same (sub-minute) range, the simulation resolution was much higher for ForeFire. It appears that simulation results are rather similar, and compare well with observations available from those case studies.

Keywords: *wildfire, simulation, Mediterranean*

Questo lavoro presenta il confronto tra due codici di simulazione degli incendi che implementano due distinti modelli del tasso di propagazione del fronte del fuoco (RoS). Il simulatore Farsite, sviluppato dal Firelab di Missoula, si basa sul modello di Rothermel, ed è stato utilizzato per anni dagli operatori antincendio in tutto il mondo. ForeFire, sviluppato presso l'Università della Corsica, è un nuovo codice di simulazione che si propone di eseguire simulazioni ad altissima risoluzione, con un tempo di simulazione molto veloce sui computer normali. Farsite si avvantaggia di una base di utenti molto più vasta e ha avuto molto successo nel predire la forma del fronte del fuoco e il comportamento degli incendi che si verificano in foreste piuttosto estese come quelle dell'America settentrionale. ForeFire ha come scopo principale quello di simulare gli incendi che si verificano in territori molto complessi, cercando di tener conto di dettagli dell'ordine del metro in larghezza (piccole strade, gruppi di rocce di grandi dimensioni), spesso presenti nella regione del Mediterraneo e che possono avere un impatto significativo sul comportamento del fronte del fuoco. Il modello di propagazione degli incendi usato in ForeFire si differenzia dal modello di Rothermel e fornisce una formulazione più fisica dei fenomeni implicati nella propagazione di un incendio boschivo. L'obiettivo non è quello di confrontare le prestazioni dei due codici di simulazione, ma di verificare e validare la capacità dei due codici in ambiente mediterraneo. Entrambi i codici hanno scopi diversi, dato che è più facile cambiare e provare nuove formulazioni del modello di propagazione e nuovi modelli di combustibile in ForeFire, mentre Farsite beneficia di anni di sviluppo che lo rendono facilmente utilizzabile dalle guardie forestali e dagli operatori antincendio in tutto il mondo. Per eseguire il confronto, entrambi i codici sono presentati e confrontati su 4 incendi, due in Corsica e due in Sardegna, selezionati per essere rappresentativi di incendi tipici che possono verificarsi in questa regione. Per tutte le simulazioni, gli input sono stati rigorosamente identici, a eccezione

dei modelli di combustibile che si differenziano (leggermente) per i due modelli di propagazione. Il confronto viene eseguito utilizzando indici statistici di errore tipici e viene presentato utilizzando l'intensità e il tempo di arrivo. Il tempo di simulazione per entrambi i modelli è nella stessa gamma (sub-minuto), mentre la risoluzione della simulazione è stata molto più alta per ForeFire. Sembra che i risultati delle simulazioni siano piuttosto simili, e si confrontino bene con i dati osservati per questi casi studio.

Cet article présente la comparaison entre deux codes de simulation d'incendie qui mettent en œuvre deux modèles différents de vitesse de propagation d'incendie (RoS). Le simulateur Farsite, développé par le laboratoire d'incendie Missoula, est basé sur le modèle Rothermel et a été utilisé pendant des années par les pompiers dans le monde. ForeFire, développé à l'université de Corse, est un nouveau code de simulation visant à effectuer une simulation à une très haute résolution en gardant un temps de simulation très court sur des ordinateurs ordinaires. Farsite a une base d'utilisateurs plus grande et a été très apprécié dans la prévision de la forme et du comportement de l'incendie dans les grandes forêts d'Amérique du Nord. ForeFire vise davantage la simulation des incendies dans des paysages très complexes. Il essaye de prendre en compte les innombrables détails (petites routes, corps de rocher large), que l'on trouve généralement dans la région méditerranéenne et pouvant avoir un impact considérable sur le comportement du front de l'incendie. Le modèle d'incendie RoS utilisé dans ForeFire diffère du modèle Rothermel et offre une formulation plus physique du phénomène impliqué dans la propagation de l'incendie. L'objectif ici n'est pas de comparer la performance des deux codes de simulation, mais de vérifier et valider la capacité des deux codes dans le paysage méditerranéen. Les deux codes ont des objectifs différents : il est facile de changer et d'essayer une nouvelle formulation RoS et des modèles de combustible dans ForeFire, alors que Farsite bénéficie d'années de développement pour être prêt à être utilisé par les forestiers et les pompiers dans le monde entier. Pour mener la comparaison, les deux codes sont présentés et comparés sur 4 incendies, deux en Corse et deux en Sardaigne, qui ont été sélectionnés pour représenter les incendies types pouvant avoir lieu dans la région. Pour toutes les simulations, les données étaient strictement identiques à l'exception des modèles de combustible qui diffèrent (légèrement) pour les deux modèles de RoS. La comparaison a été faite en utilisant les indices d'erreur type et elle a été présentée en utilisant les champs d'intensité et de temps d'arrivée. Si le temps de simulation des deux modèles a été dans le même ordre (sous-minute), la résolution de simulation a été beaucoup plus élevée pour ForeFire. Il apparaît que les résultats de la simulation sont plutôt similaires et en accord avec les observations disponibles pour les incendies étudiés.

FBR.I4 - Advances in modelling wildfire risk on federal lands in the US

Ager A.A.¹, Finney M.A.², Calkin D.², Thompson M.², Vaillant N.M.¹, Salis M.^{3,4}

1. WWETAC, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Prineville, OR, USA; 2. USDA Forest Service, Missoula Fire Sciences Laboratory, Missoula, USA; 3. Department of Economics and Woody Plant Ecosystems, University of Sassari, Italy; 4. Euro Mediterranean Center on Climate Change (CMCC IAFENT), Sassari, Italy
ager@fs.fed.us, mfinney@fs.fed.us, decalkin@fs.fed.us, mphompson@fs.fed.us, nvaillant@fs.fed.us, miksalis@uniss.it

Wildfire simulation models are being widely applied by fire and fuels specialists in the US to support wildfire risk assessments and analyze the potential benefits of large scale fuel reduction programs. Much of this application has resulted from the development of a minimum travel time (MTT) fire spread algorithm (M. Finney) that makes it computationally feasible to simulate many thousands of large (e.g., 30,000 ha) fires and generate burn probability and intensity maps. These large fires are the main drivers of risk and loss in many parts of the US and typically result from lightning-caused ignitions. The MTT algorithm is parallelized for multi-threaded processing and is imbedded in a number of research and applied fire modeling applications. High performance computers (e.g., 32-way 64 bit SMP) are typically used for MTT simulations, although the algorithm is also implemented in the 32 bit desktop FlamMap3 program (www.fire.org). Extensive testing has shown that this algorithm can replicate large fire boundaries in the heterogeneous landscapes that typify much of the wildlands in the US. Data inputs for the modelling are typically derived from the Landfire spatial dataset that covers the conterminous US. We recently used these wildfire simulation methods to complete a national scale risk assessment for the US. The process coupled wildfire simulation outputs (burn probability, flame length, etc.) with geospatial data on highly valued resources. We developed loss functions that related fire intensity to loss in value for each of the highly valued resources. The results were used to generate maps of expected annual loss of social and ecological values from wildfire. Several detailed studies at smaller scales were also completed that demonstrated formal risk assessment methods to assess potential wildfire impacts to old growth forests, urban interface, and carbon stocks. These analyses revealed spatial patterns in burn probability and intensity that can be used by managers to prioritize and plan fuel reduction activities and other wildfire mitigation efforts. This talk will summarize the simulation methods and present selected results from simulation-based wildfire risk assessments in the US. The work demonstrates the operational application of wildfire spread models to quantify wildfire risk for fuel management programs on federally lands in the US.

Keywords: *fire risk, fuel management, wildfire simulation*

Negli Stati Uniti, i modelli di simulazione degli incendi boschivi sono largamente utilizzati dagli specialisti di incendi e combustibili per avere un supporto sulle valutazioni del rischio incendi e analizzare i potenziali vantaggi dei programmi di gestione e riduzione del combustibile su grande scala. Gran parte di queste applicazioni sono il risultato dello sviluppo di un algoritmo di propagazione degli incendi (M. Finney) noto come minimum travel time (MTT), mediante il quale è possibile simulare, con tempi di calcolo relativamente ridotti, migliaia d'incendi di superficie elevata (per es. 30,000 ha) e generare delle mappe di probabilità e intensità d'incendio. La possibile occorrenza di grandi incendi rappresenta il fattore chiave nella valutazione del rischio e delle relative perdite (economiche, ecologiche, etc.) in molte parti degli Stati Uniti, sebbene tali incendi siano tipicamente originati dai fulmini. L'algoritmo MTT è parallelizzato per l'elaborazione multi-thread ed è integrato in una serie di ricerche e di applicazioni modellistiche per gli incendi. Per le simulazioni con l'algoritmo MTT sono generalmente utilizzati computer ad alto rendimento, sebbene l'algoritmo sia anche implementato in FlamMap3 (www.fire.org). Un'ampia serie di sperimentazioni e test ha evidenziato come questo algoritmo possa replicare i perimetri di incendi molto estesi in ambienti eterogenei che caratterizzano molte foreste naturali negli Stati Uniti. I dati di input del modello sono di solito ottenuti dall'insieme di dati spaziali Landfire che coprono e caratterizzano gli Stati Uniti. Recentemente abbiamo utilizzato questi metodi di simulazione degli incendi boschivi per definire una il rischio incendi a scala nazionale per gli Stati Uniti. Con tale approccio modellistico si sono associati i risultati delle simulazioni degli incendi (probabilità d'incendio, lunghezza della fiamma, etc.) con i dati geo-spaziali relativi a risorse di interesse e valore elevato. Abbiamo sviluppato delle funzioni di stima delle perdite che hanno messo in correlazione l'intensità del fuoco con la perdita di valore economico per ognuna delle risorse ad alto valore. I risultati sono stati utilizzati per generare mappe di previsione delle perdite economiche annuali relative ai beni sociali ed

ecologici, a causa degli incendi. Sono stati inoltre conclusi diversi studi dettagliati a scala più ridotta che hanno dimostrato la validità dei metodi di valutazione del rischio incendio per valutare l'impatto di potenziali incendi sulle foreste più conservate, sull'interfaccia urbana e sulle riserve di carbonio. Queste analisi hanno evidenziato i pattern spaziali nella probabilità e intensità d'incendio che possono essere utilizzati dai responsabili per stabilire le priorità e programmare attività di riduzione/gestione del combustibile e altri interventi per mitigare il rischio incendi boschivi. Questo lavoro presenterà una sintesi dei metodi di simulazione e i risultati ottenuti dalle valutazioni di rischio d'incendio basati sulla simulazione con il MTT per gli Stati Uniti. Il lavoro dimostra l'applicazione operativa dei modelli di propagazione degli incendi boschivi per quantificare il rischio d'incendio in merito ai programmi di gestione dei combustibili nei territori federali statunitensi.

Les modèles de simulation d'incendie ont été largement appliqués par les experts en combustibles et en incendies aux États-Unis pour appuyer l'évaluation du risque d'incendie et analyser les avantages potentiels des programmes de réduction des combustibles à grande échelle. Une grande partie de cette application provient de la mise au point d'un algorithme (M. Finney) d'expansion de l'incendie connu comme Minimum Travel Time (MTT), dont le calcul rend possible la simulation de milliers de grands incendies (par ex.: 30,000 ha) et produit des cartes de probabilité et d'intensité des incendies. Les grands incendies sont les principaux conducteurs de risque et de perte dans plusieurs zones des États-Unis et résultent typiquement causées par les éclairs. L'algorithme MTT est rendu parallèle pour le traitement multiple, intégré dans un nombre de recherches et appliqué aux applications de modélisation des incendies. Les ordinateurs hautes performances (par ex.: 32-way 64 bit SMP) sont généralement utilisés pour les simulations MTT, bien que l'algorithme soit également mis en œuvre dans le programme 32 bit desktop FlamMap3 (www.fire.org). L'évaluation approfondie a montré que cet algorithme peut répliquer de grands incendies dans les paysages hétérogènes, représentant la plupart des terres aux États-Unis. Les données de modélisation sont généralement dérivées de l'ensemble des données spatiales des feux de forêt couvrant les États-Unis. Récemment, nous avons utilisé ces méthodes de simulation de feux de forêt pour une évaluation du risque à l'échelle nationale des États-Unis. Le processus a impliqué les données de simulation des incendies (probabilité d'incendie, longueur de la flamme) et les données géospatiales sur les ressources capitales. Nous avons développé des fonctions de perte reliant l'intensité de l'incendie à la perte de valeur de chacune des ressources capitales. Les résultats ont été utilisés pour générer des cartes de perte annuelle prévue de valeurs sociales et écologiques du fait des incendies. Plusieurs études détaillées à des échelles plus petites ont également été réalisées: elles ont démontré des méthodes formelles d'évaluation des risques afin d'évaluer les impacts potentiels des feux sur les forêts anciennes, l'interface urbaine et les stocks de carbone. Ces analyses ont révélé les modèles spatiaux de probabilité et intensité des incendie qui peuvent être utilisés par les gestionnaires pour rendre prioritaire et planifier les activités de réduction du combustible et autres efforts de mitigation des incendies. Cet article résume les méthodes de simulation et présente les résultats sélectionnés de la simulation sur la base des évaluations du risque d'incendie aux États-Unis. La recherche démontre l'application opérationnelle des modèles d'expansion des incendies pour quantifier le risque d'incendie pour les programmes de gestion du combustible sur le sol fédéral des États-Unis.

FBR.15 - Natural and social factors influencing wildfires risk at local spatial scale

Chas-Amil M.L.¹, Touza J.², Prestemon J.P.³, McClean C.J.⁴

1. University of Santiago de Compostela, Baixada Burgo das Nacións s/n. 15782 Santiago de Compostela. Spain; 2. University of Vigo, Campus As Lagoas-Marcosende. 36310 Vigo. Spain; 3. USDA Forest Service, Research Triangle Park, NC 27709. USA; 4. University of York, Heslington Road York, YO10 5DD, UK

marisa.chas@usc.es, julia.touza@uvigo.es, jprestemon@fs.fed.us, colin.mcclean@york.ac.uk

Development of efficient forest fire policies requires an understanding of the underlying reasons behind forest fire ignitions. These ignitions may be the result of natural phenomena (e.g. lightning) or human behaviour. Globally, there is a close relationship between forest fires and human activities, i.e., fires understood as human events due to negligence (e.g., agricultural burning escapes), and deliberate actions (e.g., pyromania, revenge, land use change attempts). Of course, wildfire occurrence even for human-ignited fires has also been shown to be dependent on biophysical variables (e.g., fuel conditions). Accordingly, this paper assesses the spatial risk of forest fires occurrence as a function of natural as well as socioeconomic variables. The study area is the region of Galicia (NW Spain). Although Galicia comprises just 6% of the Spanish territory, the region contains over half of Spain's wildfires, and nearly all of these (99%) are human-caused. Our data include approximately 86,000 forest fires in nearly 3,800 Galician parishes, the unit of our study, during the ten years period 1999-2008, inclusive. The mean parish size is 779 ha providing a sufficiently small spatial scale for the analysis; socioeconomic characteristics are likely to be more homogeneous within small geographical areas. Land use, population density, ownership, accessibility, climate and topographic variables are predictors in our model. Our forest fire risk model takes into account that forest fire observations are typically spatially autocorrelated (i.e., locations close to each other have more similar values of hypothesized wildfire ignition explanatory variables than those farther apart). To do this, we test for spatial autocorrelation and use generalized least squares approaches to account for spatial autocorrelation in the model's residuals.

Keywords: intentional wildfires, fire occurrence, spatial autocorrelation

Lo sviluppo di politiche efficaci in materia di incendi boschivi richiede una comprensione delle ragioni alla base del loro innesco, che può essere il risultato di fenomeni naturali (es. fulmini) o del comportamento umano. A livello globale, c'è una stretta relazione tra gli incendi boschivi e le attività umane, cioè incendi intesi come vicende umane dovute a negligenza (ad es., incendi agricoli fuori controllo) e azioni intenzionali (ad es., piromania, vendetta, tentativi di cambiare la destinazione d'uso dei terreni). Naturalmente, è stato dimostrato che anche il verificarsi di incendi in seguito a fuochi accesi dall'uomo è dipendente da variabili biofisiche (ad es. condizioni del combustibile). Di conseguenza, questo lavoro valuta il rischio spaziale del verificarsi di incendi boschivi in funzione di variabili naturali e socio-economiche. L'area oggetto di studio è la regione della Galizia (Spagna nord-occidentale). Sebbene la Galizia comprenda solo il 6% del territorio spagnolo, la regione subisce più della metà degli incendi della Spagna, e quasi tutti questi (99%) sono causati dall'uomo. I nostri dati includono circa 86,000 incendi boschivi in quasi 3.800 distretti rurali galiziani, l'unità del nostro studio, durante un periodo di dieci anni: 1999-2008 incluso. La dimensione media di un distretto rurale è di 779 ettari e fornisce una scala spaziale sufficientemente piccola per l'analisi; le caratteristiche socio-economiche sono verosimilmente più omogenee all'interno di piccole aree geografiche. Utilizzo del territorio, densità di popolazione, proprietà, accessibilità, clima e variabili topografiche sono gli indicatori del nostro modello. Il nostro modello di rischio di incendi forestali tiene conto del fatto che le osservazioni degli incendi sono tipicamente auto-correlate a livello di spazio (cioè località vicine tra loro hanno valori più simili delle variabili esplicative dell'innesco ipotetico di incendi rispetto a quelle molto più distanti). Per fare questo, verifichiamo l'autocorrelazione spaziale e l'uso generalizzato degli approcci dei minimi quadrati per rappresentare l'autocorrelazione spaziale nelle differenze del modello.

Le développement de politiques d'incendie de forêt efficaces nécessite une compréhension des raisons sous-tendant les allumages des incendies de forêt. Ces amorces peuvent résulter de phénomènes naturels (par ex.: éclair) ou du comportement humain. De manière générale, il existe une relation étroite entre les incendies de forêt et les activités

humaines, c'est-à-dire que les feux sont considérés comme des événements humains dus à la négligence (par ex.: échappement des brûlages agricoles) et des actes délibérés (par ex.: pyromanie, vengeance, tentative de changement d'utilisation du sol). Bien entendu, l'apparition d'incendie, même pour les feux de nature humaine, ont également été considérés comme dépendants de variables biophysiques (par ex.: conditions du combustible). Ainsi, cet article examine le risque spatial de l'apparition de feux de forêt comme fonction de variables naturelles et socioéconomiques. La zone d'étude est la région de la Galice (NO de l'Espagne). Bien que la Galice ne représente que 6% du territoire de l'Espagne, on dénombre dans cette région plus de la moitié des incendies de toute l'Espagne et presque tous (99%) ont des causes humaines. Nos données sont constituées d'environ 86,000 incendies de forêt dans presque 3,800 communes de la Galice, l'unité de notre étude, sur une période de dix ans (1999-2008). La taille moyenne de la commune est de 779 ha avec une échelle spatiale suffisamment petite pour l'analyse; les caractéristiques socioéconomiques semblent être plus homogènes dans de petites zones géographiques. Les prédicteurs de notre modèle sont l'utilisation du sol, la densité de population, la propriété, l'accessibilité, les variables de climat et de topographie sont les prévisions. Notre modèle de risque d'incendie prend en compte le fait que les observations d'incendie de forêt sont typiquement liées à l'espace (c'est-à-dire que les variables expliquant les incendies hypothétiques dans des localités proches l'une de l'autre ont plus de valeurs similaires que celles qui sont éloignées). Pour ce faire, nous avons testé l'autocorrélation spatiale et nous avons utilisé des approches carrées moins généralisées pour expliquer l'autocorrélation spatiale dans les résidus du modèle.

FBR.16 - Fire emission estimates in the boreal forests of Siberia

Kukavskaya E.A.¹, Ivanova G.A.¹, Soja A.J.²

1. V.N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 50/28 Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russia; 2. National Institute of Aerospace, Resident at NASA Langley Research Center, MS 420, Hampton, VA 23681-2199, USA

kukavskaya@ksc.krasn.ru

Wildfire is the primary boreal forest disturbance and can burn 10-30 million hectares (M ha) annually, thus modifying the global carbon budget through direct fire emissions, postfire biogenic emissions, and by maintaining or altering ecosystems through establishing the beginning and end of successional processes. Fires in the Russian boreal forest range from low-severity surface fires to high-severity crown fires. Estimates of carbon emissions from fires in Russian boreal forests vary substantially due to differences in ecosystems types, burned area calculations, and the amount of fuel consumed. There is an urgent need to obtain more accurate and impartial fire carbon loss estimates in the boreal forests of Siberia due to their considerable contribution to the regional and global carbon balance. We examined different uncertainties in estimates of carbon emissions. Area burned and geographic locations of burned areas in the Siberian region were compared using distinct methodologies. Differences between mapped ecosystems were also compared and contrasted to evaluate the potential for error resulting from disparate vegetation structure and fuel consumption estimates. Accurate fuel consumption estimates are obtained in the course of fire experiments with pre- and post-fire biomass measuring. From 2000 to 2007 in the course of the FIRE BEAR (Fire Effects in the Boreal Eurasia Region) Project, a series of 1-4 ha experiments on modeling fires of varying fireline severity were conducted in pine (*Pinus sylvestris*) and mixed larch (*Larix sibirica*) sites of central Siberia. Our large-scale experiments provided quantitative and qualitative data on ecosystem state and carbon emissions due to fires of known behavior that could be used to verify large-scale carbon emissions estimates. Carbon emissions from fires vary annually and interannually and can increase several times in extreme fire years in comparison to normal fire years. Climate change and increasing drought length, like that observed in recent decades, have increased the probability of high-severity fire occurrences. This would result in greater carbon losses and efflux to the atmosphere. This research was supported by NASA LCLUC Program, International Science and Technology center (project #3695) and Fulbright Program.

Keywords: *boreal forests, Siberia, wildfires, carbon emissions*

Gli incendi boschivi sono il problema principale delle foreste boreali e possono bruciare 10-30 milioni di ettari (M ettari) annualmente, e quindi modificare il bilancio globale del carbonio attraverso le emissioni dirette degli incendi, le emissioni biogeniche post-incendio e conservando o alterando gli ecosistemi attraverso la determinazione dell'inizio e fine di processi di successione ecologica. Gli incendi della foresta boreale russa vanno da incendi di superficie di bassa gravità a incendi di chioma di alta gravità. Le valutazioni delle emissioni di carbonio da incendi nelle foreste boreali russe variano notevolmente a causa delle differenze nei tipi di ecosistemi, nei calcoli delle zone bruciate e nella quantità di combustibile consumato. Vi è urgenza di ottenere stime più accurate e imparziali sulla perdita di carbonio negli incendi delle foreste boreali della Siberia a causa del loro notevole contributo al bilancio del carbonio regionale e globale. Abbiamo esaminato diversi dubbi nelle stime delle emissioni di carbonio. Sono state confrontate aree incendiate e ubicazione geografica delle aree bruciate nella regione siberiana con metodologie diverse. Sono state confrontate e contrapposte anche le differenze tra gli ecosistemi mappati per valutare il potenziale di errori risultante dalla struttura eterogenea della vegetazione e dalle stime del consumo di combustibile. Sono state ottenute stime accurate sul consumo di combustibile nel corso di esperimenti sugli incendi misurando la biomassa pre- e post-incendio. Dal 2000 al 2007, nel corso del progetto FIRE BEAR (Effetti degli incendi nella regione boreale eurasiatica), sono stati condotti una serie di esperimenti di 1-4 ettari sulla modellazione degli incendi con fronte di fiamma di gravità variabile su siti di pini (*Pinus sylvestris*) e larice misto (*Larix sibirica*) della Siberia centrale. I nostri esperimenti su larga scala hanno fornito dati quantitativi e qualitativi sullo stato degli ecosistemi e sulle emissioni di carbonio dovute a incendi dal comportamento noto che potrebbero essere utilizzati per verificare le stime delle emissioni di carbonio su larga scala. Le emissioni di carbonio da incendi variano ogni anno e tra gli anni, e possono aumentare di diverse volte negli anni con incendi gravi rispetto agli anni con incendi normali. Il cambiamento

climatico e la durata crescente dei periodi di siccità, come quelli osservati negli ultimi decenni, hanno aumentato la probabilità del verificarsi di incendi di alta gravità. Questo si tradurrebbe in maggiori perdite di carbonio e di efflusso nell'atmosfera. Questa ricerca è stata finanziata dal Programma della NASA LCLUC, dal centro internazionale di scienza e tecnologia (progetto #3695) e dal Programma Fulbright.

Le feu de forêt est la perturbation principale de la forêt boréale et peut brûler 10-30 millions d'hectares (M ha) chaque année, en modifiant ainsi le bilan carbone global à travers les émissions directes des incendies, les émissions biogéniques postincendies, et en maintenant ou en altérant les écosystèmes à travers la détermination du commencement et de la fin des processus sériels. Les incendies dans la forêt boréale de Russie vont des feux de surface à faible gravité à ceux de haute gravité. Les estimations des émissions de carbone des incendies dans les forêts boréales russes varient substantiellement du fait des différences des types d'écosystèmes, des calculs des zones brûlées et du volume de combustible consommé. Il y a un besoin urgent d'obtenir plus d'estimations des pertes de carbone dues aux incendies, impartiales et exactes, dans les forêts boréales de Sibérie du fait de leur grande contribution au bilan carbone régional et global. Nous examinons les différentes incertitudes dans les estimations d'émissions de carbone. Les lieux géographiques et brûlés dans la région de Sibérie ont été comparés en utilisant des méthodologies distinctes. Les différences entre les écosystèmes cartographiés ont été également comparées et contrastées pour évaluer le potentiel d'erreur résultant de la structure disparate de la végétation et des estimations de consommation de combustible. Les estimations de consommation de combustible exactes ont été obtenues au cours des expériences d'incendies avec la mesure de la biomasse postincendie. De 2000 à 2007, au cours du projet FIRE BEAR (Effets des incendies dans la région de l'Eurasie boréale), une série d'expériences 1-4 ha sur les incendies de modélisation de diverse gravité de ligne de feu a été menée sur les sites mixtes de pins (*Pinus sylvestris*) et de mélèzes (*Larix sibirica*) de la Sibérie centrale. Nos expériences à grande échelle ont fourni des données quantitatives et qualitatives sur l'état de l'écosystème et les émissions de carbone dues aux incendies au comportement connu, pouvant être utilisées pour vérifier les estimations d'émissions de carbone à grande échelle. Les émissions de carbone des incendies varient annuellement et pendant l'année, et elles peuvent s'accroître plusieurs fois au cours des années d'incendies extrêmes par rapport aux années d'incendies normaux. Le changement et l'augmentation de la durée de la sécheresse comme ceux observés pendant les récentes décennies ont accru la probabilité d'apparition d'incendies graves. Ceci engendrerait des pertes de carbone et un écoulement atmosphérique plus important. Cette recherche a été appuyée par le programme NADA LCLUC, Centre de technologie et de science internationale (projet #3695) et le programme Fulbright.

FBR.17 - Estimating volume and shape factor of laboratory spreading fires using a computer vision framework

Molinier T.¹, Rossi L.¹, Pieri A.¹, Akhloufi M.², Tison Y.¹

1. UMR CNRS 6134 SPE – University of Corsica, Quartier Grossetti, 20250 Corte (France); 2. CRVI, 205, rue Mgr-Bourget, Lévis (Québec), G6V 6Z9, Canada

molinier@univ-corse.fr, rossi@univ-corse.fr, apieri@univ-corse.fr, moulay.akhloufi@crvi.ca, yves.tison@ac-corse.fr

This paper presents the estimation of the volume and the shape factor of spreading fires on inclinable table in indoor laboratory experiments using a computer vision framework. The experimental system is composed of two synchronized pre-calibrated multi-baseline stereo camera from Point Grey, positioned respectively in a back position and in a front position of the fire propagation direction. The two vision systems are used in order to extract automatically complementary 3D salient fire points using stereo image processing. A registration procedure with a cubic pattern is necessary to estimate the coordinate transformations of each system with respect to a single reference system. It permits to project in one reference frame all the extracted 3D fire point. The position of the inclinable table which corresponds to the base plane of the fire is estimated by using the lower 3D points belonging to the fire fronts extracted at successive times. The equation of the plane is obtained by using a least-squares technique. Two 2D front lines corresponding to the position of the front side and the back side of the fire front are computed using a B-spline interpolation of the set of 3D points belonging to the back stereo camera images and the front stereo camera images. The space between these two curves corresponds to the depth of the base of the fire front. In order to obtain the modelled shape of the fire front, the height of the front is estimated along the front width. From the front and back lines, a mean line is computed and divided into regular intervals. The 3D points that are into the volume defined by the two perpendicular planes on the border of each interval are used to compute a mean 3D point of each area that is positioned on the mean curve. A 3D meshing based on a triangulation procedure is performed in order to estimate the three dimensional surface rendering of the fire. The estimation of the volume is performed by the sum of tetrahedrons from the mesh. The shape factor of the fire front is computed as the sum of the shape factor of each triangle of the surface mesh.

Keywords: *volume, shape factor, fire front, stereovision, registration*

Questo studio presenta una previsione del volume e del fattore di forma della propagazione degli incendi su tavole inclinabili in esperimenti di laboratorio al chiuso, utilizzando una struttura di visualizzazione computerizzata. Il sistema sperimentale si compone di due telecamere stereo multi-baseline pre-calibrate sincronizzate di Point Grey, collocate rispettivamente in posizione posteriore e frontale rispetto alla direzione di propagazione del fuoco. I due sistemi di visualizzazione vengono utilizzati per estrarre automaticamente i principali punti di infiammabilità complementari in 3D, utilizzando l'elaborazione stereo delle immagini. La procedura di registrazione con uno schema cubico è necessaria per valutare le trasformazioni coordinate di ciascun sistema rispetto a un sistema di riferimento unico. Permette di proiettare in un unico sistema di riferimento tutti i punti di infiammabilità estratti in 3D. La posizione della tavola inclinabile che corrisponde al piano di base del fuoco viene determinata utilizzando i punti inferiori in 3D appartenenti ai fronti del fuoco ricavati in tempi successivi. L'equazione del piano si ottiene utilizzando la tecnica dei minimi quadrati. Le due linee del fronte in 2D, corrispondenti alla posizione del lato anteriore e posteriore del fronte del fuoco, vengono calcolate utilizzando un'interpolazione B-Spline del set di punti 3D appartenenti alle immagini della telecamera stereo anteriore e posteriore. Lo spazio tra queste due curve corrisponde alla profondità della base del fronte del fuoco. Al fine di ottenere la forma modellata del fronte del fuoco, l'altezza del fronte viene valutata lungo la larghezza del fronte. Dalle linee anteriori e posteriori, viene calcolata una bisettrice, divisa in intervalli regolari. I punti 3D che sono nel volume definito dai due piani perpendicolari all'estremità di ogni intervallo vengono utilizzati per calcolare il punto medio 3D di ogni area, collocato sulla curva mediana. Viene eseguita una griglia 3D basata su una procedura di triangolazione al fine di valutare il rendering della superficie tridimensionale del fuoco. La stima del volume viene eseguita sulla somma di tetraedri della griglia. Il fattore di forma del fronte del fuoco viene calcolato come la somma del fattore di forma di ogni triangolo della griglia di superficie.

Cet article présente l'estimation du volume et du facteur de forme d'un feu se propageant sur un plan incliné dans les expériences de laboratoire en salle en utilisant un cadre de vision informatique. Le système expérimental se compose de deux caméras stéréo à plusieurs lignes de base précalibrées Point Grey ; elles sont positionnées respectivement à l'arrière et à l'avant de la direction de propagation de l'incendie. Les deux systèmes de vision sont utilisés pour extraire automatiquement les points d'incendie essentiels complémentaires en utilisant un traitement d'image stéréo. Une procédure de repérage avec un modèle cubique est nécessaire pour estimer les transformations des coordonnées de chaque système par rapport à un seul système de référence. Il permet de projeter dans un plan de référence tous les points d'incendie 3D extraits. La position du plan inclinable, qui correspond au plan de base de l'incendie, est estimée en utilisant les points 3D inférieurs appartenant aux fronts d'incendie extraits à des moments successifs. L'équation du plan est obtenue en utilisant une technique des moindres carrés. Deux lignes avant 2D, correspondant à la position du côté avant et arrière du front d'incendie, sont informatisées grâce à une interpolation B-spline de l'ensemble des points 3D appartenant aux images des caméras stéréo arrière et avant. L'espace entre ces deux courbes correspond à la profondeur de la base du front d'incendie. Pour obtenir la forme modélisée du front d'incendie, la hauteur du front est estimée par rapport à la largeur. À partir des lignes avant et arrière, une ligne médiane est informatisée et divisée en intervalles réguliers. Les points 3D du volume défini par les deux plans perpendiculaires du bord de chaque intervalle sont utilisés pour informatiser un point 3D médian de chaque zone positionnée sur la courbe médiane. Un maillage 3D basé sur une procédure de triangulation est effectué pour estimer le rendu d'image de la surface à trois dimensions de l'incendie. L'estimation du volume est obtenue en additionnant les tétraèdres du maillage. Le facteur forme du front d'incendie est informatisé comme la somme du facteur forme de chaque triangle du maillage de surface.

FBR.18 - A case study on the role of a long term fire assessment in management of long-duration fires in the Blue Mountains of the northwestern United States

Aney W.C.¹, Harbert S.R.²

1. Pacific Northwest Region, United States Forest Service, 2517 SW Hailey Avenue, Pendleton OR97801 USA; 2. SR Harbert Consulting 3212 54th Avenue NE, Albany OR 9732 USA

waney@fs.fed.us, srharbert@comcast.net

National Forest fire managers in the United States are increasingly sensitive to the costs, risks, and long-term environmental effects of aggressive and rapid suppression of wildland fires. They have a variety of fire modeling tools to help them make good decisions about the long-term management of wildfires, and in many cases these tools are helping managers choose to allow a wildfire (or portions of a fire) to burn until the end of the fire season. This paper uses the 2009 North Fork Complex of wildfires in northeastern Oregon (U.S.) as a case study, demonstrating how a variety of fire models and assessment techniques were used to answer specific questions that fire managers had about values at risk, fire spread, weather events, costs, and safety. A long term fire assessment team helped managers and line officers select a course of action that resulted in a fire that was safer, less expensive, and more consistent with land management objectives than a direct attack option. The long term assessment accurately predicted the effect of an unusual early August rainstorm on the fires, the likelihood that the fires would spread to private lands by the end of the season, and the remaining length of the fire season, and also accurately predicted the weather events that would lead to periods of significant fire growth periods and periods of little to no fire growth. The risk assessment gave managers the confidence and preparation that they needed to manage the fire with local resources for more than 60 days as it covered more than 5,660 ha (14,000 ac) of National Forest, saving an estimated \$3.5 million (U.S) compared to the costs of direct attack.

Keywords: *Blue Mountains, wilderness fire, case study, risk assessment*

I manager dell'antincendio delle foreste demaniali degli Stati Uniti sono sempre più attenti a costi, rischi ed effetti ambientali a lungo termine derivanti da un attacco aggressivo e rapido agli incendi boschivi. Hanno una varietà di strumenti di modellazione degli incendi per poter prendere decisioni corrette circa la gestione a lungo termine degli incendi boschivi e in molti casi questi strumenti stanno aiutando i manager a scegliere di far bruciare un incendio boschivo (o parti di questo) fino alla fine della stagione degli incendi. Questo studio utilizza l'esempio del North Fork Complex 2009 sugli incendi boschivi nell'Oregon nord-orientale (U.S.A.), dimostrando come una varietà di modelli di incendio e di tecniche di valutazione sono stati utilizzati per rispondere a domande specifiche dei manager degli incendi su: valori a rischio, propagazione del fuoco, eventi atmosferici, costi e sicurezza. Un team di valutazione degli incendi a lungo termine ha aiutato manager e funzionari diretti a scegliere una linea d'azione nei confronti degli incendi più sicura, meno costosa e più coerente con gli obiettivi di gestione del territorio rispetto all'opzione di attacco diretto. La valutazione a lungo termine ha previsto con precisione l'effetto sugli incendi di un temporale verificatosi eccezionalmente all'inizio di agosto, la probabilità che gli incendi si propagassero ai terreni privati entro la fine della stagione e la restante durata della stagione degli incendi, e ha anche previsto con precisione gli eventi meteorologici che avrebbero portato a periodi significativi di aumento degli incendi e a periodi in cui gli incendi sarebbero aumentati di poco o niente. La valutazione dei rischi ha dato ai manager la fiducia e la preparazione necessarie per gestire l'incendio con risorse locali per più di 60 giorni, nei quali ha percorso oltre 5,660 ettari (14,000 acri) di foreste demaniali, consentendo un risparmio di circa \$3.5 milioni di dollari rispetto ai costi di un attacco diretto.

Les gestionnaires d'incendie des forêts nationales aux États-Unis sont de plus en plus sensibles aux coûts, risques et effets à long terme sur l'environnement de la lutte rapide et agressive des incendies de broussailles. Ils disposent d'une diversité d'outils de modélisation d'incendie leur permettant de prendre les bonnes décisions quant à la gestion à long terme des incendies de broussailles, et dans plusieurs cas, ces outils aident les gestionnaires à opter pour un incendie de broussailles (ou portion d'un feu) qui brûle jusqu'à la fin de la saison des incendies. Cet article utilise le 2009 North Fork Complex des incendies de broussailles au nord-est de l'Oregon (États-Unis) comme étude de cas, et

démontre comment une variété de modèles d'incendie et de techniques d'évaluation a été utilisée pour répondre aux questions spécifiques des gestionnaires d'incendie sur les valeurs à risque, expansion de l'incendie, événements climatiques, coûts et sécurité. Une équipe d'évaluation des incendies à long terme a assisté les gestionnaires et les responsables hiérarchiques en vue de sélectionner des actions plus sécurisées, moins coûteuses et plus harmonieuses avec les objectifs de gestion de terrain contre un incendie plutôt qu'une option d'attaque directe. L'évaluation à long terme a prédit avec exactitude l'effet d'une tempête de pluie inhabituelle début août sur les incendies, ce qui semble indiquer que les incendies vont se propager aux terres privées d'ici la fin de la saison et pendant le reste de la saison des incendies. Elle a également révélé les événements climatiques qui entraîneraient des périodes d'augmentation importante des incendies, des périodes de faible croissance et des périodes d'absence de croissance des incendies. L'évaluation du risque a fourni aux gestionnaires la confiance et la préparation dont ils ont besoin pour gérer les incendies avec les ressources locales pendant plus de 60 jours sur plus de 5,660 ha (14,000 ac) de forêt nationale, permettant d'économiser une somme d'environ 3.5 millions de dollars (américains) comparés aux coûts de l'attaque directe.

FBR.19 - Vegetation dynamism in the mixed conifer/broadleaves species artificial stands crossed by fire. The Arci Mountain case study in Sardinia

Puxeddu M.¹, Pallanza S.², Citterio G., Giannini R.³

1. Ente Foreste della Sardegna, Servizio Territoriale Oristano; 2. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, Servizio Ispettorato Ripartimentale Oristano; 3. Università degli Studi di Firenze

mpuxeddu@enteforestesardegna.it

It is well known that the effects of fire in forest show complex aspects that have reflect on rehabilitation strategies too. For example, the response of vegetation typologies to stress after fire passage may impose to use different silvicultural systems. Since the main objective is focused on re-establishment of forest canopy in the shortest time, it appears essential prerequisite for well operating in different situations to have clear assessments getting up from specific cases. In this work we report about the establishment and the development of some forestry species in relation to different types of rehabilitation actions in a man-made forest of conifer and broadleaves species, burned in 2009 in the Arci Mountain in Sardinia. The case study concerns a mixed artificial stand characterized by Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.), holm oak (*Quercus ilex* L.) and cork oak (*Quercus suber* L.) in Pardu locality at the countryside of Pau, a village of Arci Mountain in the Oristano province (Sardinia), realized in the 1980s on silvopastoral lands partially covered by bushes of Mediterranean vegetation dominated by *Cistus* spp. and crossed, at the end of July 2009, by a great fire (over 2,200 hectares in 5 days). The observations have been focused on natural regeneration by seed (seeder strategy). In a large homogeneous wildland representative for stational characters and fire effects, we identified two macro-areas, both of them greater than 20 hectares, contiguous and related to two different models: Thesis A: cutting and logging of all trees; Thesis B: cutting and logging of only heavily damaged trees of oaks. After the first growing season, in each of the two macro-areas, we carried out surveys on 12 transects (10 x 1 meters) - defined by a grid of 100 meters on each side - on settled seedlings. In the case study, Thesis B reported significant differences and better results both in the density and in the height of seedlings and showed that the not immediate cutting and logging of all damaged pines seem to assign a manifest role as tree seeder to the Aleppo pine.

Keywords: *pine/oak man-made forest crossed by fire, post-fire regeneration, Pinus halepensis Mill., Quercus ilex L., Quercus suber L.*

È risaputo che gli effetti del fuoco sulle foreste mostrano aspetti complessi che si riflettono anche sulle strategie di riabilitazione. Per esempio, la risposta delle tipologie vegetali allo stress dopo il passaggio del fuoco può richiedere l'utilizzo di diversi sistemi silviculturali. Dato che l'obiettivo principale punta a ricreare la copertura forestale nel più breve tempo possibile, un prerequisito essenziale per operare bene in diverse situazioni sembra essere quello di fare chiare valutazioni partendo da casi specifici. Questo lavoro affronta la creazione e lo sviluppo di alcune specie forestali in relazione a diverse tipologie di azioni di risanamento di una foresta di conifere e latifoglie piantata dall'uomo, bruciata nel 2009 a Monte Arci in Sardegna. Materiali e metodi. Questo caso studio riguarda un bosco artificiale misto caratterizzato da pini d'Aleppo (*Pinus halepensis* Mill.), lecci (*Quercus ilex* L.) e querce da sughero (*Quercus suber* L.) in località Pardu presso la campagna di Pau, un villaggio di Monte Arci nella provincia di Oristano (Sardegna), realizzato negli anni '80 su terreni silvopastorali parzialmente coperti da cespugli di macchia mediterranea dominata da *Cistus* spp. e attraversato alla fine di luglio 2009, da un grande incendio (oltre 2,200 ettari in 5 giorni). Le osservazioni si sono concentrate sulla rigenerazione naturale per semina (strategia di semina). In un ampio territorio boschivo omogeneo rappresentativo per caratteri stazionali ed effetti degli incendi, abbiamo identificato due macro-aree, entrambe maggiori di 20 ettari, contigue e legate a due diversi modelli: Tesi A: taglio e trasporto di tutti gli alberi; Tesi B: taglio e trasporto solamente degli alberi di quercia molto danneggiati. Dopo la prima stagione di crescita, in ciascuna delle due macro-aree, abbiamo effettuato sondaggi su 12 transetti (10 x 1 m.), definiti da una griglia di 100 metri di lato, su piantine messe a dimora. Risultati. Nel caso studio, la tesi B ha riportato differenze rilevanti e migliori risultati sia nella densità sia nell'altezza delle piantine e ha dimostrato che il taglio e trasporto non immediato di tutti i pini danneggiati sembra assegnare un ruolo importante come albero seminatore al pino di Aleppo.

Il est de notoriété publique que les effets de l'incendie de forêt présentent des aspects complexes qui se reflètent également sur les stratégies de réhabilitation. Par exemple, la réaction des types de végétation au stress après le passage du feu peut imposer l'utilisation de systèmes de sylviculture différents. Puisque l'objectif principal est centré sur la réhabilitation de la canopée de forêt dans un délai court, il semble qu'avoir des évaluations précises de cas spécifiques est une condition préalable essentielle pour le bon fonctionnement dans différentes situations. Dans le présent article, nous examinons la réhabilitation et le développement de certaines espèces forestières en fonction de différents types d'actions de réhabilitation dans une forêt artificialisée d'espèces conifères et caduques, brûlées en 2009 dans les monts Arci en Sardaigne. Méthodes et matériels. L'étude de cas porte sur une position artificielle mixte caractérisée par le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.), le chêne vert (*Quercus ilex* L.) et le chêne-liège (*Quercus suber* L.), dans la localité de Pardu de la campagne de Pau, un village des monts Arci dans la province d'Oristano (Sardaigne), réalisée au cours des années 1980 sur les terres sylvicoles partiellement couvertes de végétation méditerranéenne, dominées par le *Cistus* spp. et traversées, fin juillet 2009, par un grand incendie (plus de 2,200 hectares en 5 jours). Les observations se sont concentrées sur la régénération naturelle des semences (stratégie du semoir). Nous avons identifié deux zones macro sur une friche homogène, représentative des caractères fixes et des effets du feu: toutes les deux sont supérieures à 20 hectares, contiguës et liées à deux modèles différents. Thèse A: coupe et abattage de tous les arbres; Thèse B: coupe et abattage uniquement des chênes très endommagés. Après la première saison de croissance, dans chacune des zones macro, nous avons mené des études sur 12 transects (10 x 1 m) – définis par un quadrillage de 100 mètres de chaque côté – sur des semis ensemencés. Résultats: dans l'étude de cas, la thèse B a présenté des différences importantes et de meilleurs résultats concernant la densité et la taille des semis et a révélé que la coupe et l'abattage non immédiats de tous les pins endommagés semblent attribuer au pin d'Alep un rôle manifeste de semeur d'arbres.

FBR.20 - Experimental investigation into dynamics of flame temperature characteristics during burning of combustible plant materials by IR methods

Loboda E.L.¹, Reyno V.V.²

1. Tomsk State University, Tomsk, 36 Lenin Prospekt; 2. Zuev Institute of Atmospheric Optics, Tomsk, 1 Academician Zuev square

Loboda@mail.tsu.ru reyno@iao.ru

Experiments were conducted under laboratory conditions. The samples represented the mixture of steppe plant materials (*Elytrigia repens* (couch grass), *Artemisia austriaca* (wormwood Austrian), *Festuca ovina* (fescue or sheep's fescue grass) typical for the Karasuk town in Novosibirsk Oblast, and pine needle litter. To conduct measurements, it was used the JADE J530SB thermal imager equipped with the narrow-band optical filter in the band of 2.5÷2.7 μm and capable of the image registration in actual time up to 170 images per second. The high operational speed of the thermal imager allowed the data to be good discretized according to the time and location of thermocouples. In addition, it was used the channel of the speed temperature registration with a discretization frequency of 500 Hz (16 bit). The tungsten - rhenium thermocouple 50 mm in thermal junction diameter served as a measuring transducer. The mass of the samples was varied in the range from 50 to 200g. The moisture content of the samples was also varied in the range from 3.6 to 21.6%. The samples were ignited by a point ignition source [1]. The thermal imager was located at 3 m from the sample under study. The thermograms (42,500 images) and temperature profiles were processed by the discrete Fourier transform method with subsequent averaging. Thermal temperature profiles were chosen in a flame at 20 levels located on horizontal and vertical lines. By using the discrete Fourier transform, frequency spectra of temperature were received in every point on a vertical line, which then were averaged.

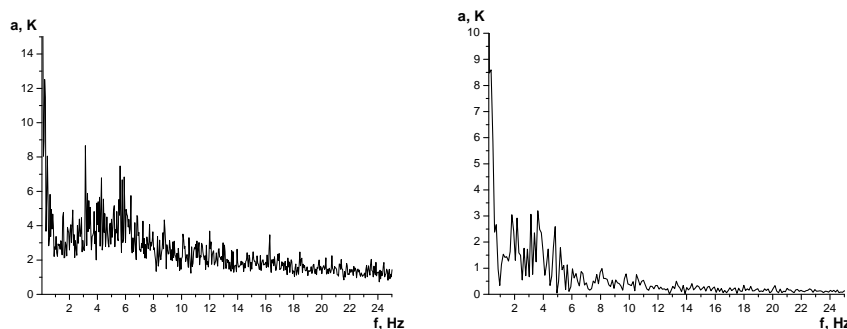


Figure 1a illustrates the averaged frequency spectrum of the temperature recorded by a thermal imager and thermocouple in Figure 1b. Figure 1a shows that there are the temperature fluctuations with high amplitude at the range of 0.01 Hz. The characteristic frequency maxima of temperature fluctuations with amplitude up to 8K take place at the range of 2-7 Hz. To eliminate the influence of a scale effect, the size of the burning center and mass of samples were varied. The moisture content of samples was also varied. The variation of these parameters does not influenced on a frequency temperature spectrum. It is seen from Figures 1b and 2a that there are characteristic frequency maxima of temperature fluctuations with amplitude in some degrees at the range of 2-6 Hz. The fact that the amplitude of the thermocouple temperature change is lower than the amplitude recorded by a thermal imager, is probably caused by that the thermocouple changes the structure of a flame and is inertial. This work was supported by the grant from the President of the Russian Federation for the government support of young Russian scientists № MK-4331.2011.1, the Federal Target Program «Scientific and academic and teaching staff of innovation Russia, 2009-2013, No. 1109, and Research-Education Center № 02.740.11.0674 .

Keywords: *Temperature, IR-measurements, spectrum, burning, combustible plant materials*

Gli esperimenti sono stati condotti in condizioni di laboratorio. I campioni rappresentavano una miscela di materiali vegetali di steppa, *Elytrigia repens* (gramigna dei medici), *Artemisia austriaca* (assenzio austriaco), *Festuca ovina*

(festuca o festuca ovina) tipica della città di Karasuk a Novosibirsk Oblast, e di lettiera di aghi di pino. Per eseguire le misurazioni, è stata utilizzata la termo-camera JADE J530SB dotata di filtro ottico a banda stretta, nella banda di 2,5÷2,7 mm. e capace di registrare fino a 170 immagini al secondo in tempo reale. L'alta velocità operativa della termo-camera ha permesso che i dati fossero ben discretizzati in base a ora e luogo delle termocoppie. Inoltre, è stato utilizzato il canale di registrazione della temperatura della velocità con una frequenza di discretizzazione di 500 Hz (16 bit). La termocoppia in tungsteno-renio di 50 mm nel diametro di giunzione termica è servita da trasduttore di misurazione. La massa dei campioni è stata variata nella gamma da 50 a 200 g. Il contenuto di umidità dei campioni è stato variato nella gamma da 3.6 a 21.6%. I campioni sono stati accesi da una fonte punto di innesco [1]. La termo-camera era situata a 3 m. dal campione oggetto di studio. I termogrammi (42,500 immagini) e i profili della temperatura sono stati elaborati con il metodo della trasformata discreta di Fourier e successivamente è stata fatta una media. Sono stati scelti dei profili di temperatura termica in una fiamma a 20 livelli situata nelle linee orizzontali e verticali. Utilizzando la trasformata discreta di Fourier, sono stati ricevuti spettri di frequenza della temperatura in ogni punto su una linea verticale, di cui è stata calcolata quindi la media. La figura 1a illustra lo spettro di frequenza medio della temperatura registrata da termo-camera e termocoppia nella figura 1b. La figura 1a mostra che ci sono variazioni di temperatura di elevata ampiezza nella gamma di 0.01 Hz. I massimi di frequenza caratteristici delle fluttuazioni di temperatura con ampiezza fino a 8K hanno luogo nella gamma di 2-7 Hz. Per eliminare l'influenza di un effetto di scala, la dimensione del centro di combustione e la massa dei campioni variavano. Anche il contenuto di umidità dei campioni variava. La variazione di questi parametri non ha influenzato lo spettro di frequenza della temperatura. È evidente dalle figure 1b e 2a, che ci sono massimi di frequenza caratteristici delle fluttuazioni di temperatura con ampiezza in alcuni gradi nella gamma di 2-6 Hz. Il fatto che l'ampiezza della variazione di temperatura della termocoppia sia inferiore all'ampiezza registrata da una termo-camera è probabilmente dovuto al fatto che la termocoppia cambia la struttura di una fiamma ed è inerziale. Questo lavoro è stato finanziato con la sovvenzione del presidente della Federazione Russa per il sostegno governativo ai giovani scienziati russi № MK-4331.2011.1, dal Programma obiettivo federale "Personale scientifico, accademico e docente per l'innovazione Russia", 2009-2013, n. 1109, e dal Centro d'istruzione e ricerca № 02.740.11.0674.

Les expériences ont été menées dans des conditions de laboratoire. Les échantillons représentent un mélange de matériaux de plantes de steppe (*Elytrigia repens* [chiendent], *Artemisia austriaca* [Armoise d'Autriche], *Festuca ovina* [fétuque ovine ou fétuque des moutons]), typique de la ville de Karasuk dans le Novosibirsk Oblast, et d'une litière d'aiguilles de pin. Les mesures ont été prises avec un imageur thermographique JADE J530SB, équipé d'un filtre optique à bande étroite dans la bande 2.5÷2.7 mm, en mesure d'enregistrer des images en temps réel jusqu'à 170 images par seconde. La vitesse opérationnelle élevée de l'imageur thermographique a permis de bien discerner les données selon le temps et l'emplacement des thermocouples. Par ailleurs, le canal de la vitesse d'enregistrement de la température a été utilisé avec une fréquence de discrétisation de 500 Hz (16 bits). Le thermocouple tungstène-rhénium de 50 mm de diamètre à la jonction thermique a servi comme transducteur de mesure. La masse des échantillons a varié dans la gamme de 50 à 200 g. Le contenu de moisissure des échantillons a également varié dans la gamme de 3.6 à 21.6%. Les échantillons ont été enflammés par une source de point d'inflammation [1]. L'imageur thermographique a été placé à 3 m de l'échantillon étudié. Les thermogrammes (42,500 images) et les profils de température ont été traités avec une méthode de transformation de Fourier discrète avec une moyenne subséquente. Les profils de température thermique ont été choisis dans une flamme à 20 niveaux situés sur les lignes horizontales et verticales. Le spectre de fréquence de la température a été obtenu en utilisant la méthode de transformation de Fourier discrète pour chaque point sur une ligne verticale dont la moyenne a été ensuite calculée. La figure 1a présente la moyenne calculée du spectre de fréquence de la température enregistrée par un imageur thermographique et un thermocouple dans la figure 1b. La figure 1a montre qu'il existe des fluctuations de température ayant une forte amplitude dans la gamme 0.01 Hz. Le maximum de la fréquence caractéristique des fluctuations de température ayant une amplitude allant jusqu'à 8 K s'est produit dans la gamme 2-7 Hz. Pour éviter l'influence d'un effet d'échelle, la taille du centre et de la masse de combustion des échantillons a été variée. La teneur en eau des échantillons a également été variée. La variation de ces paramètres n'influence pas le spectre de fréquence de la température. On constate, dans les figures 1b et 2a, qu'il existe un maximum de fréquence caractéristique des fluctuations de la température avec une amplitude à certains degrés de la gamme 2-6 Hz. Le fait que l'amplitude du changement de température du thermocouple soit inférieure à celle enregistrée par un imageur thermographique est probablement provoqué par le fait que le thermocouple change la structure d'une flamme et qu'il est inertiel. Cette étude a été financée par le Président de la Fédération russe pour l'appui du gouvernement aux jeunes scientifiques russes № MK-4331.2011.1, le Programme cible fédéral « Personnel scientifique, académique et enseignant de l'innovation en Russie, 2009-2013, No 1109 », et le Centre Recherche-Éducation № 02.740.11.0674.

FBR.21 - Fire impact on carbon balance and components of forest ecosystems of Siberia, Russia

Ivanova G.A., Bogorodskaya A.V., Kovaleva N.M., Kukavskaya E.A., Zhila S.V.

V.N. Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, 50/28 Akademgorodok, Krasnoyarsk, 660036, Russia

GAivanova@ksc.krasn.ru

Siberian boreal forests contribute considerably to global carbon budget, since they take up vast areas, accumulate large amount of carbon and are sensible to climatic changes. Fires cover annually millions of hectares of boreal forests, of which the biggest part is in Siberia. Fire is the major factor of profound ecological changes in forest ecosystems. Emissions released from biomass burning influence atmospheric chemistry and global carbon cycling. Changing climate and land use influence the number and intensity of wildfires, forest state and productivity, as well as global carbon balance. This study focuses on collecting quantitative data and modeling influences of fires of varying intensity on fire emissions, carbon budget, and ecosystem processes in coniferous stands of central Siberia. In effort to assess fire influence on carbon balance, emissions, and forest ecosystem sustainability, experimental fires aimed at modeling fire behavior were conducted in larch and Scots pine stands. It is estimated that fire severity influences on carbon release. Fires have a profound impact on forest-atmospheric carbon exchange and make ecosystem carbon sources for a long time after burning. Fire influences all forest ecosystem components including the overstory, living ground vegetation, soil structure, microorganisms, and invertebrates. Our long-term experiments allowed us to identify vegetation succession patterns in central and southern taiga Scots pine stands after fires of known behavior. Ground vegetation on Scots pine plots was determined to degrade after fires of any severity, where it was dominated by small shrubs, lichens, and feather moss. The initial postfire succession stage was found to depend on site conditions, pre-fire forest type, and the last fire type and severity. Monitoring of forest ecosystem recovery after varying-severity fires of known behavior was first carried out in Russia as a part of Fire Bear (Fire Effects in the Boreal Eurasia Region) and ISTC (#3695) Projects.

Keywords: *forest fire, fire intensity, boreal forests, ecosystem, carbon*

Le foreste boreali siberiane contribuiscono in modo considerevole al bilancio globale del carbonio, poiché occupano vaste aree, accumulano grandi quantità di carbonio e sono sensibili ai cambiamenti climatici. Gli incendi coprono ogni anno milioni di ettari di foreste boreali, di cui la maggior parte è in Siberia, e sono il fattore principale di profondi cambiamenti ecologici negli ecosistemi forestali. Le emissioni rilasciate dalla combustione di biomassa influenzano la chimica atmosferica e il ciclo globale del carbonio. Il cambiamento del clima e dell'utilizzo del territorio influisce sul numero e sull'intensità degli incendi, sullo stato e sulla produttività delle foreste, così come sull'equilibrio globale del carbonio. Questo studio si concentra sulla raccolta di dati quantitativi e sulla modellazione dell'impatto di incendi di intensità variabile sulle emissioni degli incendi, sul bilancio del carbonio e sui processi degli ecosistemi nei boschetti di conifere della Siberia centrale. Nel tentativo di valutare l'influenza degli incendi sul bilancio del carbonio, sulle emissioni e sulla sostenibilità degli ecosistemi forestali, sono stati eseguiti incendi sperimentali volti a descrivere con un modello il comportamento del fuoco in boschi di larice e pino silvestre. Si stima che la gravità dell'incendio influisca sul rilascio di carbonio. Gli incendi hanno un profondo impatto sullo scambio di carbonio forestale-atmosferico e restano come fonti di carbonio nell'ecosistema per lungo tempo dopo la combustione. Il fuoco influisce su tutti i componenti degli ecosistemi forestali, compresi chioma, sottobosco vivente, struttura del suolo, microrganismi e invertebrati. I nostri esperimenti a lungo termine ci hanno permesso di identificare modelli di avvicendamento vegetale nei boschetti di pino silvestre della taiga centrale e meridionale dopo incendi dal comportamento conosciuto. Il sottobosco degli appezzamenti di pino silvestre era destinato a degradarsi dopo incendi di qualsiasi gravità, in caso di prevalenza di piccoli arbusti, licheni e muschio piumoso. Si è scoperto che la prima fase di avvicendamento post-incendio dipendeva da condizioni del sito, tipo di foresta pre-incendio e tipo e gravità dell'ultimo incendio. Il controllo del recupero degli ecosistemi forestali dopo incendi di gravità variabile dal comportamento conosciuto è stato eseguito per la prima volta in Russia come parte dei progetti Fire Bear (Effetti degli incendi nella regione boreale eurasiatica) e ISTC (# 3695).

Les forêts boréales de Sibérie contribuent considérablement au bilan carbone mondial parce qu'elles occupent de vastes zones, accumulent de grandes quantités de carbone et sont sensibles aux changements climatiques. Chaque année, des incendies ravagent des millions d'hectares de forêts boréales, dont la plus grande partie se trouve en Sibérie. L'incendie est le facteur majeur de profonds changements écologiques dans les écosystèmes des forêts. Les émissions provenant des incendies de biomasse influencent la chimie atmosphérique et le cycle global du carbone. Le changement climatique et l'utilisation du sol influencent le nombre et l'intensité des incendies, l'état et la productivité de forêt, ainsi que le bilan carbone global. Cette étude porte sur la collecte de données quantitatives et sur les influences de la modélisation des incendies de diverse intensité sur les émissions des incendies, le bilan carbone et les processus d'écosystème dans les parcelles de conifères de la Sibérie centrale. Voulant évaluer l'influence des incendies sur le bilan carbone, les émissions et la durabilité de l'écosystème des forêts, des incendies expérimentaux, visant à modéliser le comportement des incendies, ont été produits dans des zones de mélèzes et de pins sylvestres. On suppose que l'incendie influence grandement l'émission de carbone. Les incendies affectent grandement l'échange de carbone atmosphérique des forêts et génèrent des sources de carbone de l'écosystème pendant un long moment après la combustion. L'incendie influence toutes les composantes de l'écosystème des forêts, y compris la végétation dominante, vivant au sol, la structure du sol, les microorganismes et les invertébrés. Nos expériences à long terme nous permettent d'identifier les modèles sériels de la végétation dans les zones de pins sylvestres de la taïga sud et centrale après les incendies, dont le comportement est connu. La végétation au sol sur les lots de pins sylvestres s'est révélée dégradée après les incendies graves alors qu'elle était dominée par des arbustes, des lichens et de la mousse hypnacée. La série suivante initiale postincendie s'est avérée dépendre des conditions du site, du type de forêt préincendie, ainsi que du type et de la gravité du dernier incendie. La surveillance de la récupération de l'écosystème de la forêt après de graves incendies variés au comportement différent a d'abord été menée en Russie comme partie du Fire Bear (Effets des incendies dans la région de l'Eurasie boréale) et les projets ISTC (#3695).

FBR.22 - The use of satellite imagery for the assessment of fire risk associated with repetitive armed conflicts in North Lebanon

Mitri G.¹, Nader M.¹, Van der Molen I.², Lovett J.²

1. Institute of the Environment, University of Balamand, Lebanon; University of Balamand - P.O.Box: 100, Tripoli - North Lebanon, Lebanon; 2. Technology & Sustainable Development (TSD) Group, Center for Clean Technology and Environmental Policy (CSTM), University of Twente, The Netherlands

george.mitri@balamand.edu.lb, p.vandermolen@utwente.nl

The recent history of Lebanon has known repetitive armed conflicts which had significant impacts in terms of mortality and injuries, displacement, insecurity, economic disruption, and damage to the physical environment. More precisely, repetitive armed conflicts may be directly responsible for severe bio-physical modification (UNDP, 2006) by causing damage to the environment (e.g. littoral pollution from oil spill, impact on natural resources from quarrying, loss of flora, fauna and degradation of ecosystems due to fires, etc.). The environment may also be indirectly affected by conflict as the result of changes in the way of life of inhabitants and their use of natural resources (Mubareka and Ehrlich, 2010). The aim of this work was to assess fire risk associated with repetitive armed conflicts on the coastal zone in North Lebanon. A number of recent armed conflict events (dating between 1982 and 2008) which are deemed as hazards to the communities and the environment on the coastal area of North-Lebanon were considered in this study. The methodology of work involved the use of five multi-temporal Landsat (MSS and TM) satellite imageries acquired between 1975 and 2010. The Object-Based Image Analysis (OBIA) approach (Mitri and Gitas, 2008) was employed in this work. The concept here is that the information necessary to interpret an image is not represented in a single pixel, but in image objects. OBIA, which is based on fuzzy logic, allows the integration of a broad spectrum of different object features such as spectral, shape and texture and contextual values, for image analysis. The satellite images were segmented (a total of 6 segmentation levels) and then classified incorporating contextual and semantic information. This involved the use of image object attributes and the relationship between networked image objects of the different Landsat images. A fire risk map was produced comprising five classes, namely, "No risk", "Low risk", "Moderate risk", "High risk" and "Water". Using images before and after each conflict event, the fire risk classes were associated to the degree of negative changes (e.g. forest fires) and positive changes (e.g. vegetation recovery) in the green cover. In most cases, armed conflicts have either direct or indirect effects on these changes. A preliminary assessment of the results showed that most high risk areas were mainly located in vegetated areas along the North Lebanon coastline, especially those neighbouring agricultural areas and big urban conglomerations such as the municipalities of Tripoli and the surrounding villages, while low risk classes were located 1) in areas that are relatively distant from villages and infrastructure, and 2) near low density urban areas. Also, it was observed that the fire risk pattern reflected many of the direct and indirect effects of the repetitive armed conflicts on vegetated areas. In 1982–83 the society in Tripoli and the surrounding villages was gravely disrupted by the civil war from 1975. There has been major displacement of populations in the region which possibly contributed to increasing the vulnerability of the surrounding green cover. In 2006–07 agriculture areas suffered from the interruption in the labor supply and the inaccessibility of some farming fields because of two other armed conflicts, namely the July war (2006) and Naher El Bared war (2007). This increased the risk of fire in municipalities which sustained the largest amount of landcover/landuse change. Future work will involve further investigation about the degree of association between fire risk and repetitive armed conflicts.

Keywords: *Fire risk, satellite imagery, armed conflicts, coastal zone, Landsat imagery, Object-Based Image Analysis*

La storia recente del Libano ha visto continui conflitti armati che hanno avuto ripercussioni significative in termini di morti e feriti, evacuazioni, insicurezza, sconvolgimento economico e danni per l'ambiente fisico. Più precisamente, i continui conflitti armati possono essere direttamente responsabili dei gravi cambiamenti bio-fisici (UNDP, 2006), provocando danni all'ambiente (ad es. inquinamento dei litorali per lo sversamento di petrolio, impatto sulle risorse naturali dovuto allo sfruttamento delle cave, perdita della flora e fauna e degrado degli ecosistemi a causa degli incendi, ecc.). L'ambiente può anche essere indirettamente colpito dal conflitto che determina cambiamenti nel modo di vivere degli abitanti e nel loro utilizzo delle risorse naturali (Mubareka e Ehrlich, 2010). Lo scopo di questo lavoro è stato quello di valutare il rischio di incendi associato a continui conflitti armati sulle zone costiere del

Libano settentrionale. In questo studio sono stati esaminati una serie di casi recenti di conflitti armati (databili tra il 1982 e il 2008) che sono considerati pericolosi per le comunità e l'ambiente della zona costiera del Libano settentrionale. La metodologia di lavoro ha comportato l'utilizzo di immagini satellitari di cinque Landsat (MSS e TM) multi-temporali, acquisite tra il 1975 e il 2010. In questo lavoro è stato impiegato l'approccio di analisi di immagini basata su oggetti (OBIA) (Mitri e Gitas, 2008). Il concetto è che le informazioni necessarie per interpretare un'immagine non sono rappresentate in un singolo pixel, ma in oggetti delle immagini. OBIA, che si basa sulla logica fuzzy, permette di integrare un ampio spettro di caratteristiche di oggetti diversi, come quelle relative a spettro, forma, consistenza e valori contestuali, per l'analisi delle immagini. Le immagini satellitari sono state segmentate (per un totale di 6 livelli di segmentazione) e quindi classificate con l'inserimento di informazioni contestuali e semantiche. Questo ha comportato l'utilizzo di attributi degli oggetti delle immagini e il rapporto tra gli oggetti delle immagini in rete delle immagini dei diversi Landsat. È stata creata una mappa del rischio di incendi comprendente cinque classi, cioè "nessun rischio", "basso rischio", "rischio moderato", "alto rischio" e "acqua". Utilizzando le immagini prima e dopo ogni evento di guerra, le classi di rischio incendi sono state associate al grado di cambiamenti negativi (per es. incendi boschivi) e cambiamenti positivi (ad es. recupero della vegetazione) nella copertura vegetale. Nella maggior parte dei casi, i conflitti armati hanno effetti diretti o indiretti su questi cambiamenti. Una valutazione preliminare dei risultati ha mostrato che gran parte delle aree ad alto rischio erano prevalentemente situate in zone verdi lungo la costa settentrionale del Libano, in particolare quelle vicino ad aree agricole e ai grandi agglomerati urbani, come i comuni di Tripoli e dei paesi circostanti, mentre le classi a basso rischio si trovavano 1) nelle aree che sono relativamente lontane da villaggi e infrastrutture, e 2) in prossimità di zone a bassa densità urbana. Inoltre, è stato osservato che il modello di rischio incendi rifletteva molti degli effetti diretti e indiretti dei continui conflitti armati sulle zone verdi. Nel 1982-83 la società a Tripoli e nei paesi vicini è stata gravemente sconvolta dalla guerra civile del 1975. Ci sono state importanti evacuazioni della popolazione nella regione e questo forse ha contribuito ad aumentare la vulnerabilità della copertura vegetale circostante. Nel 2006-07 le aree agricole hanno subito interruzioni nella disponibilità di manodopera e l'inaccessibilità di alcuni campi agricoli a causa di due altri conflitti armati, e cioè la guerra di luglio (2006) e la guerra di Naher El Bared (2007). Ciò ha aumentato il rischio di incendi nei comuni che hanno subito i maggiori cambiamenti nella copertura/utilizzo del suolo. I lavori futuri richiederanno altre indagini sul grado di associazione tra il rischio di incendi e i continui conflitti armati.

L'histoire récente du Liban a connu des conflits armés répétés qui ont eu des effets significatifs en matière de mortalité et de blessures, déplacement, insécurité, perturbations économiques et destruction de l'environnement physique. Pour être plus précis, les conflits armés répétés peuvent être directement responsables de grandes modifications biophysiques (PNUD, 2006), car ils causent des dommages à l'environnement (par ex.: pollution du littoral avec les déversements de pétrole, impact sur les ressources naturelles par extraction, perte de flore, faune et dégradation des écosystèmes dus aux incendies, etc.). L'environnement également a pu être affecté directement par le conflit du fait du résultat des changements du mode de vie des habitants et de leur utilisation des ressources naturelles (Mubareka et Ehrich, 2010). L'objectif de cette étude est d'évaluer le risque d'incendie associé aux conflits armés répétés sur la zone côtière du Nord Liban. Cette étude a examiné un certain nombre de conflits armés récents (entre 1982 et 2008), jugés dangereux pour les communautés et l'environnement, sur la zone côtière du Nord Liban. La méthodologie de travail implique l'utilisation de cinq imageries satellitaires Landsat multitemporelles (MSS et TM), acquises entre 1975 et 2010. L'approche par l'analyse des images basée sur l'objet (OBIA) a été utilisée dans cette recherche. Le concept est que les informations nécessaires pour l'interprétation d'une image ne sont pas représentées par de simples pixels, mais en objets image. Basée sur une logique floue, OBIA permet d'intégrer un large spectre de fonctions objet différentes, telles que les valeurs contextuelles et de texture, la forme et le spectre pour l'analyse de l'image. Les images satellitaires ont été segmentées (6 niveaux de segmentation au total) et ensuite classées en incorporant les informations sémantiques et contextuelles. Ceci implique l'utilisation des attributs de l'objet image et de la relation entre les objets image en réseau des différentes images Landsat. Une carte de risque d'incendie a été produite comprenant cinq classes: notamment, « Aucun risque », « Risque faible », « Risque modéré », « Risque élevé » et « Eau ». Les images avant et après chaque conflit ont été utilisées pour associer les classes de risque d'incendie au degré de changements négatifs (par ex.: incendies de forêt) et de changements positifs (par ex.: régénération de la végétation) sur l'environnement. Dans la plupart des cas, les conflits armés ont des conséquences directes ou indirectes sur ces changements. Une évaluation préliminaire des résultats a montré que la plupart des zones à haut risque étaient principalement situées dans les zones de végétation le long de la côte du Nord Liban, notamment celle avoisinant les zones agricoles et les grands conglomerats urbains, tels que les municipalités de Tripoli et les villages voisins, tandis que les classes à faible risque se situent: 1) dans les zones relativement distantes des villages et des infrastructures, et 2) près des zones urbaines à faible densité. De même, il a été constaté que le modèle de risque d'incendie reflétait plusieurs conséquences directes et indirectes des conflits armés répétés sur les zones de végétation. En 1982-83, la société de Tripoli et des villages avoisinants a été gravement perturbée par la guerre civile de 1975. Il y a eu un déplacement important de populations dans la région qui a sans doute contribué à l'augmentation de la vulnérabilité de l'environnement voisin. En 2006-07, les zones agricoles ont subi l'interruption de l'offre de main d'œuvre et



l'inaccessibilité de certains terrains arables du fait de deux autres conflits armés, notamment la guerre de Juillet (2006) et la guerre de Naher El Bared (2007). Cette situation a augmenté le risque d'incendie dans les municipalités qui totalisaient la plus grande surface de changement d'utilisation/occupation des terres. Une recherche ultérieure portera sur le degré d'association entre le risque d'incendie et les conflits armés répétés.

FBR.23 - Mapping of fire danger potential in Sinop-Boyabat Forest enterprise

Kucuk O.¹, Topaloglu O.²

1. Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37100 Kastamonu, Turkey; 2. Sinop Forest District, Department of Forest Management, Sinop, Turkey,

kucuk61@yahoo.com, m_ozertopaloglu@hotmail.com

Forest fires are one of the major natural hazards for ecosystem dynamics. An accurate assessment of fire danger potential is critical for fire fighting and fuel management. Fire danger potential has generally been associated with stand fuel characteristics, topographical features. Knowing of the fire danger is extremely useful in fire management decisions concerning pre-suppression and suppression planning, as well as for prescribed burning planning. The study area is located in the Boyabat Forest District in Sinop, in latitude and longitude, i.e., 41° 12' 12" - 41° 41' 22" N and 34° 13' 30" - 35° 01' 48" E and an elevation of 1,500 m above sea level. Total area is 166,354 ha (100,779 ha forest area, 65,575 ha open area). Anatolian black pine (*Pinus nigra* Arnold) and calabrian pine (*Pinus brutia* Ten.) are dominant pine species in this area. In this study, we used Geographic Information Systems (GIS) to develop fire danger maps. Digital maps was developed according to fuels (types, closure, stand development stage), aspect and slope conditions. And finally these maps were synthesized to generate the final fire danger map for the Boyabat Forest District. Results showed where forest fire can be danger or not danger.

Keywords: Fuels, environmental data, fire danger, geographic information systems, Boyabat

Gli incendi boschivi sono uno dei maggiori pericoli naturali per la dinamica degli ecosistemi. Una valutazione accurata del potenziale pericolo d'incendi è fondamentale per la lotta antincendio e la gestione del combustibile. Il potenziale di pericolo incendi è stato generalmente associato alle caratteristiche del combustibile e della topografia del bosco. Conoscere il pericolo d'incendi è estremamente utile nelle decisioni sulla gestione degli incendi in materia di pianificazione della pre-soppressione e soppressione, come pure per la pianificazione del fuoco prescritto. L'area di studio si trova nel distretto forestale Boyabat a Sinop, latitudine e longitudine 41° 12' 12"-41° 41' 22" N e 34° 13' 30"-35° 01' 48" E e dislivello di 1,500 m. sul livello del mare. La superficie totale è di 166,354 ettari (100,779 ettari di zona forestale, 65,575 ettari di zona aperta). Il pino nero dell'Anatolia (*Pinus nigra* Arnold) e il pino calabro (*Pinus brutia* Ten.) sono le specie di pino dominanti in questa zona. In questo studio, abbiamo utilizzato i sistemi informativi territoriali (GIS) per sviluppare mappe del pericolo incendi. Le mappe digitali sono state sviluppate in base ai combustibili (tipi, chiusura, fase di sviluppo del soprassuolo), all'esposizione e alle condizioni di pendenza. E, infine, queste mappe sono state sintetizzate per generare la mappa finale del pericolo di incendi per il distretto forestale di Boyabat. I risultati hanno mostrato dove gli incendi boschivi possono essere un pericolo o no.

Les incendies de forêt sont l'une des catastrophes naturelles majeures pour la dynamique de l'écosystème. Une évaluation adéquate du risque d'incendie est capitale pour la lutte contre le feu et la gestion du combustible. Le potentiel du risque d'incendie a généralement été associé aux caractéristiques de combustion du peuplement, aux fonctions topographiques. La connaissance du risque d'incendie est extrêmement utile dans les décisions de gestion des incendies concernant la planification de la présuppression et de la suppression, ainsi que la planification d'un feu prescrit. La zone d'étude est située dans le District de Boyabat Forest à Sinop, c'est-à-dire à 41° 12' 12"-41° 41' 22" N et 34° 13' 30"-35° 01' 48" E de latitude et longitude, et à une altitude de 1,500 m au-dessus du niveau de la mer. L'aire totale est de 166 354 ha (100,779 ha d'aire de forêt, 65,575 ha d'espace découvert). Le pin noir d'Anatolie (*Pinus nigra* Arnold) et le pin de Calabre (*Pinus brutia* Ten.) sont les espèces de pin dominantes dans cette zone. Dans cette étude, nous utilisons les systèmes d'information géographique (GIS) pour développer les cartes de risque d'incendie. Les cartes numériques ont été développées selon les combustibles (types, fermeture, étape de développement), ainsi que les conditions d'inclinaison et l'aspect. Et à la fin, ces cartes ont été synthétisées pour générer la carte finale du risque d'incendie pour le district de Boyabat Forest. Les résultats ont montré où ce feu de forêt peut constituer ou non un risque.

FBR.24 - Random level-set method to model fire-induced turbulent flow in wildland fire propagation

Pagnini G., Massidda L.

CRS4, Polaris Bldg. 1, 09010 Pula (CA), Italy

pagnini@crs4.it, Luca.Massidda@crs4.it

The level-set method has been recently successfully introduced to track the fire front contour in wildland fire propagation [1]. Due to its practical usefulness, it has been used as the mathematical core of the public operational tool WRF-Fire [2], in which a semi-empirical fire spread model coupled with the mesoscale Weather Research Forecasting (WRF) model drives the level-set equations. The level-set method allows the submesh representation of the burning region and the flexible implementation of various ignition modes. Moreover, this method is particularly appropriate to tackle problems that arise from propagation of wildfires because it permits an accurate calculation of the front normal, which is necessary to compute the burning velocity, and it can automatically deal with topological changes that can occur during the fire spreading, as the merging of separate flame fronts or the formation of "islands" that do not burn. Despite the Atmosphere-fire coupling, the small-scale turbulent heat transfer and the fire-induced turbulent flow still require modelling, unless it is adopted an extremely detailed and complex CFD model with a spatial and temporal mesh capable of solving the details of the turbulent flow around the flame. In order to physically model the fire-induced flow due to turbulence, the suitability of a recent approach [3] based on the statistical distribution of the level-set contour is investigated. The fire front contour is no more assumed to be deterministically located on the boundary of a burned area, but it is assumed to be a random contour driven by turbulence so that a statistically distributed fireline follows. The resulting fire front is a weighted superposition of random level-set contours where the weight function is stated to be the probability density function of turbulent dispersion of Lagrangian particles. This fire front distribution permits to model the pre-heating of the area ahead the front and then to take into account also the drying process of the fuel. The proposed new physical model of fire propagation includes the effects of the atmospheric turbulent flow and those of the fire-induced turbulent flow close to the flame front. The system of equations that follow from the new formulation has been numerically solved and the results are discussed and compared with standard approaches.

Keywords: *fire front, level-set method, fire-induced flow, turbulence*

Il metodo level-set è stato recentemente introdotto con successo per tracciare il contorno del fronte del fuoco nella propagazione degli incendi boschivi [1]. Grazie alla sua utilità pratica, è stato utilizzato come base matematica dello strumento pubblico operativo WRF-Fire [2], in cui un modello semi-empirico di propagazione del fuoco insieme al modello di previsione di ricerca meteorologica su mesoscala (WRF) guida le equazioni level-set. Il metodo level-set consente la rappresentazione sub-griglia della regione in fiamme e l'applicazione flessibile di varie modalità di innesco. Inoltre, questo metodo è particolarmente appropriato ad affrontare i problemi che derivano dalla propagazione di incendi boschivi perché permette un calcolo accurato della normale al fronte, che è necessario per determinare la velocità di combustione, e può automaticamente gestire i cambiamenti topologici che possono verificarsi durante la propagazione dell'incendio, come la fusione di fronti di fiamma separati o la formazione di "isole" che non bruciano. Nonostante l'accoppiamento atmosfera-incendio, il trasferimento di calore turbolento su piccola scala e il flusso turbolento provocato dal fuoco ancora richiedono modellizzazione, a meno che non si adotti un modello estremamente dettagliato e complesso CFD con una griglia spaziale e temporale in grado di risolvere i dettagli del flusso turbolento intorno alla fiamma. Al fine di descrivere fisicamente con un modello il flusso provocato dal fuoco a causa della turbolenza, viene verificata l'adeguatezza di un approccio recente [3] basato sulla distribuzione statistica del contorno level-set. Non si presume più che il contorno del fronte del fuoco sia situato deterministicamente al limite di una zona bruciata, ma si presume che sia un contorno casuale guidato dalla turbolenza e seguito perciò da un fronte di fiamma statisticamente distribuito. Il fronte del fuoco risultante è una sovrapposizione pesata di contorni casuali level-set dove la funzione di peso si definisce come la probabilità della funzione di densità della dispersione turbolenta di particelle lagrangiane. Questa distribuzione del fronte del fuoco permette di descrivere con un modello il pre-riscaldamento della zona davanti al fronte e poi di prendere in considerazione anche il processo di essiccazione del combustibile. Il nuovo modello fisico proposto di propagazione dell'incendio include gli effetti del flusso atmosferico turbolento e quelli del flusso turbolento provocato dal fuoco

nei pressi del fronte di fiamma. Il sistema di equazioni che derivano dalla nuova formulazione sono state risolte numericamente e i risultati discussi e confrontati con approcci standard.

La méthode des surfaces de niveau a été récemment introduite avec succès pour tracer le contour du front de l'incendie au cours de la propagation du feu de broussailles [1]. Du fait de son utilité pratique, elle a été employée comme noyau mathématique de l'outil opérationnel WRF-Fire [2], dans lequel le modèle semi-empirique d'expansion de l'incendie associé au modèle à échelle moyenne Weather Research Forecasting (WRF) régit les équations des surfaces de niveau. La méthode des surfaces de niveau permet une représentation sous divisionnaire de la région en feu et la mise en œuvre flexible de divers modes d'allumage. Par ailleurs, cette méthode est particulièrement appropriée pour la résolution de problèmes survenant du fait de la propagation des incendies puisqu'elle permet un calcul exact de la direction normale au front normal, nécessaire pour le calcul de la vitesse de propagation, et qu'elle peut gérer automatiquement les changements topologiques pouvant survenir pendant l'expansion de l'incendie, comme le mélange des fronts de flammes ou la formation « d'îlots » ne pouvant pas brûler. Malgré l'association atmosphère-incendie, le transfert de chaleur turbulent à petite échelle et l'écoulement turbulent de l'incendie ont besoin d'une modélisation bien qu'on ait adopté un modèle CFD extrêmement complexe et détaillé avec une grille temporelle et spatiale en mesure de résoudre les détails de l'écoulement turbulent autour de la flamme. Pour modéliser physiquement l'écoulement provoqué par l'incendie du fait de la turbulence, l'adéquation d'une nouvelle approche [3], basée sur la distribution statistique du contour des surfaces de niveau, fait l'objet de recherches. Le contour du front d'incendie ne semble plus être situé à la limite d'une zone brûlée, mais semble plutôt être un contour aléatoire engendré par la turbulence, de sorte qu'il s'ensuit une ligne de feu distribuée de manière statistique. Le front d'incendie résultant est une superposition mesurée des contours des surfaces de niveau aléatoires où la fonction de poids est considérée comme la fonction de la densité de probabilité de la dispersion turbulente des particules lagrangiennes. Cette distribution de front d'incendie permet de modéliser le préchauffage de la zone devant le front et de prendre en compte le processus de séchage du combustible. Le nouveau modèle physique de propagation de l'incendie inclut les conséquences de l'écoulement turbulent atmosphérique et celles de l'écoulement provoqué par l'incendie près du front de flamme. Le système d'équations qui suit la nouvelle formulation a été numériquement résolu et les résultats ont été discutés et comparés aux approches standards.

FBR.25 - Quantifying prescribed fire effectiveness in theory and in practice

Price O., Bradstock R.

Centre for Environmental Risk Management of Bushfires, Institute for Conservation Biology and Environmental Management. University of Wollongong, Wollongong, NSW 2522. Australia

oprice@uow.edu.au, rossb@uow.edu.au

Prescribed fire is applied throughout the world to reduce the risk from wildfire, but there has been little rigorous evaluation of its effectiveness. One of the main measures of effectiveness is the reduction in wildfire area as a result of treatment (so called 'leverage'). Here, we quantify this effect using empirical analysis and fire simulation. Historical fire mapping is used to quantify the relationship between annual area burnt and the area burnt in preceding years. We apply this method to three contrasting biomes: Australian tropical savannas, New South Wales eucalypt forest and California chaparral. We use simulation to corroborate the results and to explore the theoretical drivers of leverage. Contrasting results were seen across the three biomes. Prescribed fires provide direct 1:1 replacement of wildfires in tropical savannas, whereas in eucalypt forests 3 hectares of prescribed fire are required to reduce wildfires by 1 hectare. In California chaparral there is no relationship between wildfire extent and recent fire history. The simulation identifies two main drivers responsible for the observed differences: the probability of encountering a wildfire and the probability of fire spread. Probability of encounter is higher in biomes with higher fire activity. Probability of spread is a product of weather effects and the degree of reduction in fuel produced by treatment. We argue that in California, treatment is ineffective because wildfires are rare (only 2% of the vegetation burns each year) and extreme fire weather allows fires to spread in sparse fuels.

Keywords: *Wildfire risk, Wildfire management, simulation, leverage*

Il fuoco prescritto viene applicato in tutto il mondo per ridurre il rischio di incendi boschivi, ma c'è stata una valutazione poco rigorosa della sua efficacia. Una delle principali misure della sua efficacia è la riduzione della superficie interessata da incendi boschivi a seguito del trattamento (il cosiddetto "leverage"). In questa sede viene quantificato questo effetto utilizzando l'analisi empirica e la simulazione di incendio. La mappatura storica degli incendi viene utilizzata per quantificare il rapporto tra superficie annua bruciata e superficie bruciata negli anni precedenti. Questo metodo viene applicato a tre biomi ben distinti: savane tropicali australiane, foresta di eucalipti del Nuovo Galles del Sud e chaparral californiana. Viene utilizzata la simulazione per corroborare i risultati ed esplorare i fattori teorici di leverage. Sono stati rilevati risultati contrastanti nei tre biomi. I fuochi prescritti costituiscono una sostituzione diretta 1:1 degli incendi nelle savane tropicali, mentre nelle foreste di eucalipto 3 ettari di fuoco prescritto sono necessari per ridurre gli incendi di 1 ettaro. Nel chaparral californiano non esiste una relazione tra l'estensione degli incendi e la loro storia recente. La simulazione identifica i due principali fattori responsabili delle differenze osservate: la probabilità del verificarsi di incendi e la relativa probabilità di propagazione. La probabilità che accada è superiore nei biomi con maggiore presenza di incendi. La probabilità di propagazione è il prodotto degli effetti atmosferici e del grado di riduzione del combustibile prodotto col trattamento. Se ne deduce che in California il trattamento è inefficace perché gli incendi boschivi sono rari (solo il 2% della vegetazione brucia ogni anno) e condizioni meteo favorevoli agli incendi permettono la loro propagazione a combustibili scarsi.

Le feu prévu est appliqué dans le monde pour réduire le risque d'incendie, mais son efficacité n'a pas été rigoureusement démontrée. L'une des mesures principales d'efficacité est la réduction de la zone d'incendie résultant d'un traitement (appelé «leverage»). Dans cette recherche, nous quantifions cet effet en utilisant l'analyse empirique et la simulation de l'incendie. La cartographie historique des incendies est utilisée pour quantifier la relation entre la zone annuelle brûlée et la zone brûlée durant les années précédentes. Nous appliquons cette méthode à trois biomes contrastés: les savanes tropicales australiennes, la forêt d'eucalyptus du New South Wales et du California chaparral. Nous utilisons la simulation pour corroborer les résultats et explorer les motivations théoriques du leverage. Des résultats contrastants ont été observés sur les trois biomes. Les incendies prévus ont fourni un remplacement 1:1 direct des incendies dans les savanes tropicales, tandis que dans les forêts d'eucalyptus 3 ha les incendies prévus ont été nécessaires pour une réduction des incendies de 1 ha. En Californie chaparral, il n'y a aucune relation entre

l'extension de l'incendie et l'histoire récente des incendies. La simulation détermine deux principaux types de motivations pour les différences observées: la probabilité d'un incendie et la probabilité d'une expansion de l'incendie. La probabilité d'apparition est plus élevée dans les biomes ayant une activité d'incendie plus importante. La probabilité d'expansion est un produit des conséquences climatiques et du degré de réduction du combustible produit par le traitement. Nous soutenons qu'en Californie, le traitement est inefficace parce que les incendies sont rares (2% seulement de la végétation brûle chaque année) et le climat d'incendie extrême permet l'expansion d'incendies dans les combustibles épars.

FBR.26 - Study of the combustion of the evolved gases in wildland fires and the emission of pollutants

Perez Y.¹, Santoni P.A.¹, Leroy V.¹, Leoni E.¹, Darabiha N.²

1. CNRS UMR 6134 University of Corsica, Corte 20250, France; 2. Laboratoire EM2C, CNRS UPR 288, Ecole Centrale Paris, Grande Voie des Vignes

perez-ramirez@univ-corse.fr, santoni@univ-corse.fr

The gases released from the thermal degradation of vegetation form a complex mixture composed by a great variety of chemical species. However, it is generally assumed that a simplified gaseous mixture can be used to represent its combustion. Moreover, it is also important to have global kinetic models for this kind of mixtures. This work is divided in two sections. On the one hand, the influence of the composition of simplified mixtures on the emission of pollutants has been studied. For this purpose several simulations have been run using the Chemkin package (PSR code) with a detailed kinetic mechanism for different gaseous compositions. Special attention has been paid to the influence of water vapour and the nitrogenous compounds. On the other hand a 7-steps global kinetic mechanism has been proposed; 5-steps related to the combustion of CO/CH₄ and 2-steps describing the NO production. This model has been tested in different conditions of equivalence ratio and temperatures.

Keywords: *Global mechanism, gas oxidation, NO emissions, wildland fires combustion*

I gas rilasciati dal degrado termico della vegetazione formano una miscela complessa composta da una grande varietà di specie chimiche. Tuttavia, si ritiene generalmente che una miscela gassosa semplificata possa essere utilizzata per rappresentarne la combustione. Inoltre, è anche importante avere modelli cinetici globali per questo tipo di miscele. Questo lavoro è diviso in due sezioni. Da un lato, è stata studiata l'influenza della composizione delle miscele semplificate sull'emissione di inquinanti. A questo scopo sono state eseguite diverse simulazioni utilizzando il pacchetto Chemkin (codice PSR) con un meccanismo cinetico dettagliato per le diverse composizioni gassose. È stata prestata particolare attenzione all'influenza del vapore acqueo e dei composti azotati. Dall'altro lato, è stato proposto un meccanismo cinetico globale in 7 fasi; 5 fasi legate alla combustione di CO/CH₄ e 2 fasi che descrivono la produzione di NO. Questo modello è stato testato in diverse condizioni di rapporto di equivalenza e di temperature.

Les gaz émis par la dégradation thermique de la végétation forment un mélange complexe composé d'une grande variété d'espèces chimiques. Cependant, l'on suppose qu'un mélange gazeux simplifié peut être utilisé pour représenter sa combustion. Par ailleurs, il est également important d'avoir des modèles cinétiques globaux pour ce type de mélanges. Cette recherche se divise en deux parties. D'une part, elle examine l'influence de la composition des mélanges simplifiés sur l'émission des polluants. De ce fait, plusieurs simulations ont été faites en utilisant le Chemkin package (code PSR) avec un mécanisme cinétique détaillé pour différentes compositions gazeuses. Une attention particulière a été portée à la vapeur d'eau et aux composants azotés. D'autre part, un mécanisme cinétique global à 7 étapes a été proposé: 5 étapes liées à la combustion du CO/CH₄ et 2 étapes décrivant la production de NO. Ce modèle a été testé dans différentes conditions de coefficient d'équivalence et de températures.

FBR.27 – Smoke toxicity of Mediterranean species*Chiaramonti N., Romagnoli E., Barboni T., Santoni P.A.**Université de Corse, Equipe Feux, UMR CNRS 6134, Campus Grimaldi, BP 52, 2025 CORTE, France**chiaramo@univ-corse.fr, santoni@univ-corse.fr*

Fire is a complex physicochemical process, the smoke contains many substances, some of which have significant toxicity. The study showed that there are differences in smoke composition according to six representative Mediterranean plant species. Species were *Pinus pinaster*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis* and *Cistus monspeliensis*. The plant samples were burned using a cone calorimeter (20 kW m⁻²). Automated Thermal Desorption / Gas Chromatography / Mass Spectrometry (ATD / GC / MS) analysis identified 79, the compounds emitted are benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX), linear compounds (octene, acetic acid...), derivatives of furan and pyrrole but also terpenes. Some molecules have a significant toxicity and potentially dangerous to the health of fire-fighters. *Pistacia lentiscus* is the fuel that contains most of smoke. These are significant differences in the total emissions BTEX according to the species. Vegetal fuels with greater humidity generated more smoke. The aim of this work is to contribute to the study of fire by chemical characterisation of composition of smoke from dried plant and fresh. Statistical analyses were carried out to summarize the smoke toxicity.

Keywords: *smoke, Mediterranean plants, toxicity, cone calorimeter ATD/GC/MS*

Il fuoco è un processo fisico-chimico complesso, il fumo contiene numerose sostanze, alcune delle quali con una tossicità rilevante. Lo studio ha dimostrato che ci sono differenze nella composizione del fumo in base a sei specie vegetali mediterranee rappresentative. Si tratta delle seguenti specie: *Pinus pinaster*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Pistacia lentiscus*, *Rosmarinus officinalis* e *Cistus monspeliensis*. I campioni vegetali sono stati bruciati con un calorimetro a cono (20 kW m⁻²). Le analisi automatizzate di desorbimento termico / gascromatografia / spettrometria di massa (ATD / GC / MS) ne hanno identificato 79; i composti emessi sono benzene, toluene, etilbenzene e xilene (BTEX), composti lineari (ottene, acido acetico ...), derivati di furano e pirrolo ma anche terpeni. Alcune molecole hanno una tossicità significativa e sono potenzialmente pericolose per la salute degli operai antincendio. *Pistacia lentiscus* è il combustibile la cui combustione genera più fumo. Ci sono differenze sostanziali nelle emissioni totali di BTEX a seconda della specie. I combustibili vegetali con una maggiore umidità hanno prodotto più fumo. Lo scopo di questo lavoro è di contribuire allo studio degli incendi con la caratterizzazione chimica della composizione del fumo di piante vive e secche. Sono state condotte analisi statistiche per sintetizzare la tossicità del fumo.

L'incendie est un processus physicochimique complexe, la fumée contenant plusieurs substances dont certaines ont une toxicité importante. L'étude a montré qu'il existe des différences dans la composition de la fumée selon six espèces de plantes méditerranéennes. Les espèces sont le *Pinus pinaster*, l'*Arbutus unedo*, l'*Erica arborea*, le *Pistacia lentiscus*, le *Rosmarinus officinalis* et le *Cistus monspeliensis*. Les échantillons de plantes ont été brûlés en utilisant un cône calorimètre (20 kW m⁻²). L'analyse effectuée avec un désorbeur thermique automatisée/une chromatographie en phase gazeuse/un spectromètre de masse (ATD/GC/MS) a permis d'identifier 79 composés, les composantes émises sont le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et le xylène (BTEX), les composantes linéaires (octène, acide acétique...), les dérivés du furane et du pyrrole et également des terpènes. Certaines molécules ont une toxicité significative et sont potentiellement dangereuses pour la santé des pompiers. Le *Pistacia lentiscus* est le combustible contenant le plus de fumée. Il y a des différences importantes dans les émissions totales BTEX selon les espèces. Les combustibles végétaux ayant plus d'humidité ont généré plus de fumée. L'objectif de cette étude est de contribuer à l'étude des incendies par la caractérisation chimique de la composition de la fumée à partir des plantes séchées et fraîches. Les analyses statistiques ont été menées pour résumer la toxicité de la fumée.

FBR.28 - The comparison of the fuel moisture change on deciduous forests in Korea East Sea Region in spring and fall

Lee S.Y.¹, Kwon C.G.¹, Park H.S.²

1. Professional Graduate School of Disaster Prevention, Kangwon National University, Joongang-Ro346, Samcheok-Si, Gangwon-Do, Republic of Korea; 2. Department of bio and environmental science, Dongguk University, Pildong 3ga 26, Joong-Gu, Seoul, Republic of Korea

LSY925@kangwon.ac.kr, kcg3338@kangwon.ac.kr, parkhs08@naver.com

In this study, we traced the fuel moisture changes of broadleaf forests after rain day in East sea region during spring and fall fire season. The broadleaf forests were classified by tree density (sparse, normal, close) and each sample was classified according to layers (fallen leaf layer, humus layer, soil upper layer, soil lower layer) In results, the fuel moisture contents rate of fallen leaf layer in sparse density forest was 14-15% which was the forest fire initial ignition danger rate, when it was 3 days (spring) and 4 days (fall) after rain day. The contents rate on humus layer was high in spring and fall. And the forest fire initial ignition danger rate in close density forest was low as the contents rate was over 40% on 6 days after rain day. The moisture contents of soil upper layer (0-5cm) was 30-60% on a day after rain day and over 20% on 6 days after rain day in spring and fall. The moisture contents of soil lower layers (5-10cm) were 20-25% regardless of density, season and elapsed day.

Keywords: Forest fire, Fuel moisture, Fallen leaves layer, Humus layer, Soil layer

In questo studio abbiamo tracciato le variazioni nell'umidità del combustibile dei boschi di latifoglie dopo un giorno di pioggia nella regione marittima orientale, durante la stagione primaverile e autunnale degli incendi. Le foreste di latifoglie sono state classificate per fittezza degli alberi (scarsa, normale, compatta) e ogni campione è stato classificato secondo gli strati (strato di foglie cadute, strato di humus, strato superiore del suolo, strato inferiore del suolo). Nei risultati, il tasso del contenuto di umidità del combustibile nello strato di foglie cadute nella foresta con scarsa fittezza era il 14-15%, che rappresentava il tasso di pericolo di innesco iniziale di incendi boschivi, a distanza di 3 giorni (primavera) e 4 giorni (autunno) dal giorno di pioggia. Il tasso di contenuto sullo strato di humus era elevato in primavera e autunno. E il tasso di pericolo di innesco iniziale di incendi boschivi nella foresta con fittezza compatta era basso perché il tasso di contenuto superava il 40% a distanza di 6 giorni dal giorno di pioggia. Il contenuto di umidità dello strato superiore del suolo (0-5 cm) era del 30-60% a distanza di un giorno dal giorno di pioggia e superava il 20% a distanza di 6 giorni dal giorno di pioggia in primavera e autunno. Il contenuto di umidità dello strato inferiore del suolo (5-10 cm) era del 20-25%, indipendentemente da fittezza, stagione e giorni trascorsi.

Dans cette étude, nous avons examiné les changements d'humidité du combustible des forêts de plantes à feuilles larges après une journée de pluie, dans la région maritime orientale, pendant le printemps et l'automne. Les forêts de plantes à feuilles larges ont été classées selon la densité des arbres (épars, normal, proches) et chaque échantillon a été classé selon les couches (couche de feuilles mortes, couche d'humus, couche supérieure du sol, couche inférieure du sol). Selon les résultats, la teneur en eau de la couche du combustible de feuilles mortes dans la forêt de densité éparse était de 14-15%, correspondant à un taux de risque d'incendie initial de la forêt en trois jours (printemps) et 4 jours (automne) après la journée de pluie. Le taux de la couche d'humus était élevé au printemps et à l'automne. Le coefficient de risque initial d'incendie de la forêt, dans la forêt à densité proche, était faible, parce que le taux du contenu était supérieur à 40% 6 jours après la journée de pluie. Les teneurs de la couche supérieure du sol (0-5 cm) étaient de 30-60% au lendemain de la journée de pluie et à plus de 20% 6 jours après la journée de pluie au printemps et à l'automne. La teneur en eau de la couche inférieure du sol (5-10cm) était de 20-25% compte non tenu de la densité, de la saison et du jour écoulé.

FBR.29 - A study on the risk rating of Korean forest fires by using GIS

Park Y.J.¹, Lee H.P.², Lee S.Y.³, Lee H.S.⁴

1. Chemical Engineering Research Center, Kangwon National University, 1 Jungang-ro, Samcheok-si, Gangwon-do, 245-711, Republic of Korea; 2. Department of Fire & Emergency Management, Kangwon National University, 1 Jungang-ro, Samcheok-si, Gangwon-do, 245-711, Republic of Korea; 3. Professional Graduate School of Disaster Prevention, Kangwon National University, 1 Jungang-ro, Samcheok-si, Gangwon-do, 245-711, Republic of Korea; 4. Department of the Faculty of Engineering, Hanzhong University, 200 Jiyang-gil, Donghae-si, Gangwon-do, 240-713, Republic of Korea

yjpolymer@kangwon.ac.kr, : crelab@kangwon.ac.kr, sy925@kangwon.ac.kr, hslee@hanzhong.ac.kr

About 65% of Korea land is composed of mountainous areas, and pure pine forests are occupying 78.3% among total ones, coniferous forests and larch etc having been planted artificially nearly 1.1%, and forest stands formed of broad-leaved forests and mixed forests about 14.4%. Pine forests are occupying most regions, and oak forests are distributed widely by 13.6% (Forest area: 20.3%) degrees among the whole country. Also types and directions of forest fires are set up according to forest environments such as fuel, meteorological and geographical conditions. This study analyzed fuel characteristics by distributed species so as to predict forest fire's risks objecting to fuel factors among forest fire's ones. Also, the study selected Samcheok area of Gangwon Province as an object, and made risk maps of forest fire's occurrences by utilizing GIS, and then proposed its risk ratings. When making the GIS risk map, this study used 16 ecology-nature maps of 1:25,000 scale at 2007 editions provided from Ministry of Environment's geography information services. The study illustrated Samcheok City of Gangwon Province in Korea only by using clip functions and thus extracting it after making 16 tiles into a feature class through GIS merge functions. As a research result, a colony of pine trees was appeared as being more vulnerable than that of oaks relatively in the stem fire and crown fire, and the area having high risks of stem fires was Miro-myeon of Samcheok City, and thus classified into a region having high risk ratings. ACKNOWLEDGEMENT. This study was carried out with the support of Forest Science & Technology Projects (Project No. S210811L010130) provided by Korea Forest Service.

Keywords: *forest fire risk mapping, GIS, classification, samcheok city*

Circa il 65% del territorio coreano è costituito da zone montuose, le foreste pure di pini occupano il 78.3% del totale, le foreste di conifere, larici ecc. piantati artificialmente quasi l'1.1%, e i soprassuoli forestali formati da foreste di latifoglie e boschi misti circa il 14.4%. Le pinete occupano quasi tutte le regioni e le foreste di quercia sono distribuite ampiamente per il 13.6% (area forestale: 20.3%) in tutto il paese. Anche i tipi e le direzioni degli incendi boschivi sono impostati secondo gli ambienti forestali, come le condizioni meteorologiche, geografiche e di combustibile. Questo studio ha analizzato le caratteristiche del combustibile per specie distribuite al fine di prevedere i rischi di incendio boschivo contrapposti, tra quelli degli incendi boschivi, ai fattori del combustibile. Inoltre, lo studio ha per oggetto la zona di Samcheok nella provincia di Gangwon, e ha creato mappe del rischio di incendi boschivi utilizzando il GIS, e quindi ha proposto le sue classificazioni di rischio. Per fare la mappa GIS dei rischi, questo studio ha utilizzato 16 mappe ecologico-naturali su scala 1:25,000 dell'edizione del 2007 fornite dal servizio informazioni geografiche del Ministero dell'Ambiente. Lo studio ha presentato la città di Samcheok nella provincia di Gangwon in Corea utilizzando solo le funzioni di clip e quindi estraendole dopo aver fatto 16 "riquadri" (tiles) in una classe di caratteristiche attraverso le funzioni GIS di accorpamento. Come risultato della ricerca, la colonia di pini è sembrata essere più vulnerabile di quella di querce per quanto riguarda gli incendi del tronco e della chioma, e la zona con elevati rischi di incendi del tronco era quella di Miro-myeon nella città di Samcheok, classificata quindi come regione con livelli di rischio elevato.

Environ 65% du sol coréen est formé de zones montagneuses: les forêts de pins pures occupent 78.3% du total, les forêts de conifères et de mélèzes, etc., plantées de façon artificielle, près de 1.1% et les peuplements forestiers formés de forêts à larges feuilles et de forêts mixtes près de 14.4%. Les forêts de pins occupent la plus grande superficie des régions et les forêts de chênes sont distribuées largement sur 13.6% (zone forestière: 20.3%) à tous les degrés du territoire. De même, les types et les directions des feux de forêt sont définis selon les environnements forestiers, tels que le combustible, les conditions géographiques et météorologiques. Cette étude analyse les caractéristiques du combustible selon les espèces en présence, de façon à prévoir les risques d'incendie de forêt s'opposant aux facteurs de combustible parmi ceux de l'incendie de forêt. Par ailleurs, l'étude a sélectionné la zone de Samcheok de la province de Gangwon et a établi les cartes de risque des apparitions d'incendies de forêt en utilisant un GIS pour proposer finalement ses coefficients de risque. Lors de l'établissement de la carte



de risque GIS, cette étude s'est appuyée sur 16 cartes de nature écologique à l'échelle 1:25,000 (éditions 2007), fournies par le Ministère des Services d'information géographique de l'environnement. Elle illustre la ville de Samcheok de la province de Gangwon en Corée en utilisant uniquement les fonctions clip et en l'extrayant après avoir effectué 16 mosaïques dans une classe d'entités à l'aide des fonctions de fusion GIS. Résultat: la colonie de pins s'est révélée plus vulnérable que celle de chênes relativement au feu de souches et de cimes, et la zone enregistrant des risques élevés de feux de souche est Miro-myeon de la ville de Samcheok, qui a été classée par conséquent comme région ayant des coefficients de risque élevés.

FBR.31 - Enhancing forest fires preparedness in Portugal: the relevance of integrating risk communication with community engagement and development

Paton D.¹, Tedim F.²

1. University of Tasmania, Newnham Campus, Building O, 004 Newnham, 7248 Tasmania, Australia; 2. University of Porto, Via Panorâmica s/n, 4150-564 Porto, Portugal

Douglas.Paton@utas.edu.au, ftedim@letras.up.pt

This study explored how familiarity with a hazard and cultural factors influenced hazard preparedness. Data were obtained from a study of forest fire preparedness in Portugal. It was proposed, compared with data obtained from a country (USA) that was culturally individualistic, that individual level factors (positive and negative outcome expectancies) would be less relevant as predictors of preparedness in a country, Portugal, which has a high collectivistic cultural orientation. As Portugal experiences forest fire risk annually, it was also proposed that high hazard familiarity would result in factors that influence how people evaluate information under conditions of uncertainty, empowerment and trust, being less important as predictors of hazard preparedness. One thousand participants from Portugal identified as being at high risk of forest fire were invited to participate. To examine the effects of hazard familiarity on empowerment and trust, two models were tested (Model 1 with empowerment and trust and Model 2 without) using structural equation modeling. Results indicated Model 1 was a poor fit to the data while Model 2 was a good fit. It was concluded that individual level factors were not culturally relevant to the highly collectivistic Portuguese society. It was also concluded that hazard familiarity reduced the importance of empowerment and trust but that preparedness relies heavily on the social construction of risk and mitigation. These findings highlight the importance of integrating risk communication with community engagement and development strategies if the goal of increasing preparedness is to be effectively pursued. Positive comparison of Portuguese and Australian data (from a community that is susceptible to experiencing forest fire) suggests that the model of forest fire preparedness that is cross-culturally applicable and could be used to inform the development of community outreach programs throughout Europe and Australia.

Keywords: Forest fires, Risk Communication, Preparedness, Community engagement, Cross-cultural, Portugal, Australia

Questo studio ha analizzato in che modo la familiarità col pericolo e i fattori culturali influenzino la preparazione ad affrontare i pericoli. I dati sono stati ottenuti da uno studio sulla preparazione a contrastare gli incendi boschivi in Portogallo. Si suggeriva, e confrontava con i dati ottenuti da un paese (USA) culturalmente individualista, che i fattori a livello individuale (aspettative di esito positivo e negativo) sarebbero stati meno rilevanti come indicatori della preparazione in un paese, il Portogallo, che ha un elevato orientamento culturale collettivistico. Dato che il Portogallo affronta il rischio di incendi boschivi ogni anno, è stato anche suggerito che un'elevata familiarità col pericolo si tradurrebbe in fattori che influenzano il modo in cui le persone valutano le informazioni in condizioni di incertezza, di empowerment e di fiducia, essendo meno importanti come indicatori della preparazione al pericolo. Sono stati invitati a partecipare un migliaio di partecipanti provenienti dal Portogallo, identificati come ad alto rischio di incendi boschivi. Per esaminare gli effetti della familiarità col pericolo su empowerment e fiducia, sono stati testati due modelli (modello 1 con empowerment e fiducia e modello 2 senza) utilizzando la modellazione con equazioni strutturali. I risultati hanno indicato che il modello 1 si adattava male ai dati mentre il modello 2 andava bene. Se n'è dedotto che i fattori a livello individuale non erano culturalmente rilevanti per la società portoghese molto collettivistica. Se n'è dedotto anche che la familiarità col pericolo ha ridotto l'importanza di empowerment e fiducia, ma che la preparazione si basa molto sulla costruzione sociale del rischio e sulla minimizzazione. Questi risultati sottolineano l'importanza di integrare la comunicazione del rischio con l'impegno comunitario e le strategie di sviluppo se l'obiettivo di accrescere la preparazione deve essere perseguito in modo efficace. Un confronto positivo dei dati portoghesi e australiani (di una comunità che è predisposta al verificarsi di incendi boschivi) suggerisce che il modello di preparazione ad affrontare gli incendi boschivi è applicabile inter-culturalmente e potrebbe essere utilizzato per ispirare lo sviluppo di programmi di sensibilizzazione comunitaria in tutta l'Europa e l'Australia.

Cette étude explore la façon dont la familiarité avec un danger et les facteurs culturels influencent la préparation face à un danger. Les données ont été tirées d'une étude de préparation à l'incendie de forêt au Portugal. Nous avons proposé, après comparaison avec les données obtenues d'un pays (États-Unis) culturellement individualiste, que les facteurs de niveau individuels (attentes de résultats positifs et négatifs) soient moins pertinents que les prédicteurs de préparation d'un pays, le



Portugal, qui a une orientation culturelle fortement collectiviste. Le Portugal faisant face au risque d'incendie annuel de forêt, nous avons également proposé que la familiarité à un risque élevé soit le résultat de facteurs qui influencent la façon dont la population évalue les informations dans des conditions d'incertitude, d'autonomisation et de confiance, qui sont moins importants que les prédicteurs de préparation au danger. Mille participants portugais, identifiés comme vivant dans les zones à haut risque de feu de forêt, ont été invités à participer. Pour examiner les conséquences de la familiarité avec le risque sur l'autonomisation et la confiance, deux modèles ont été testés (Modèle 1 avec l'autonomisation et la confiance, et Modèle 2 sans ces deux composantes) en utilisant une modélisation d'équation structurale. Les résultats ont indiqué que le Modèle 1 était mal approprié aux données tandis que le Modèle 2 était adéquat. En conclusion, les facteurs de niveau individuel n'étaient pas culturellement pertinents pour la société portugaise fortement collectiviste. Par ailleurs, la familiarité avec le danger réduit l'importance de l'autonomisation et de la confiance, mais la préparation repose fortement sur la construction sociale du risque et la mitigation. Ces résultats mettent en exergue l'importance d'intégrer la communication du risque à l'engagement de la communauté et aux stratégies de développement si le but d'une augmentation de la préparation se poursuit convenablement. La comparaison positive des données du Portugal et de l'Australie (dans une communauté susceptible de vivre des incendies de forêt) suggère que le modèle de préparation à l'incendie de forêt est applicable de manière interculturelle et peut être utilisé pour informer sur le développement des programmes de la communauté en Europe et en Australie.

FBR.32 - Relationship between fire-line intensity and flame length*Barboni T., Morandini F., Rossi L., Molinier T., Santoni P.A.**UMR CNRS 6134, campus Grimaldi, BP 52, 20250 Corte – FRANCE**santoni@univ-corse.fr, barboni@univ-corse.fr, lrossi@univ-corse.fr, molinier@univ-corse.fr, morandin@univ-corse.fr*

Fireline intensity (or Byram's intensity) is one of the most relevant quantities used in forest fire science. It helps to evaluate the effects of fuel treatment on fire behavior or to establish limits for prescribed burning. It is also used as a quantitative basis to support fire suppression activities. However, its measurement is particularly tricky for different reasons: difficulty in measuring the weight of the fuel consumed in the active fire front, difficulty to evaluate the rate of spread of the fire front and uncertainty on combustion efficiency. The difficulties in measuring the Byram's fireline intensity have led a large number of researchers to derive an empirical relation between the fireline intensity and flame length, which is easier to measure at the practical (fire fighting) level. In this paper, we first address the estimation of Byram's fireline intensity by comparison with oxygen consumption calorimetry (OC) measurement. These measurements were performed in a Large Scale Heat Release Calorimeter. The fires were conducted across beds of *Pinus pinaster* needles, *Avena fatua* straw, and *Genista salzmannii* spines under no wind and no slope condition. Fire-line intensity obtained by OC ranged from 17 to 160 kW/m, depending on species and load. The Byram's index of fire intensity ranged from 20 to 175 kW/m. It was observed that Byram's intensity overestimated the fireline intensity measured by OC. The combustion efficiency was introduced in Byram's formulation, which led to a better estimate of fire-line intensity. Then we tested different formulations for fire-line intensity versus flame length for these fires. The formulations were taken from the literature. The measurement of the flame length was carried out using a stereovision system located in a lateral position relative to the direction of the fire spread. Mean flame length ranged from 0.37 m to 0.82 m according to the species and the fuel load. A new relation between fireline intensity and flame length was established at laboratory scale which is more relevant from the purpose of the measured intensity. Finally, this formulation was tested against tested field scale results in order to assess its performance for changing scale.

Keywords: *fireline intensity, flame length, calorimetry, stereovision*

L'intensità del fronte di fiamma (o intensità di Byram) è una delle grandezze più rilevanti utilizzate nel campo della scienza degli incendi boschivi. Contribuisce a valutare gli effetti del trattamento dei combustibili sul comportamento dell'incendio o a stabilire limiti per il fuoco prescritto. Viene anche usata come base quantitativa a supporto delle attività antincendio. Tuttavia, la sua misurazione è particolarmente difficile per diversi motivi: difficoltà nel misurare il peso del combustibile consumato nel fronte del fuoco attivo, difficoltà di valutare il tasso di avanzamento del fronte del fuoco e incertezza sull'efficienza della combustione. Le difficoltà nel misurare l'intensità del fronte di fiamma di Byram hanno portato un gran numero di ricercatori a dedurre una relazione empirica tra l'intensità del fronte di fiamma e l'altezza di fiamma, che è più facile da misurare a livello pratico (lotta agli incendi). In questo studio, viene affrontata in primo luogo la valutazione dell'intensità del fronte di fiamma di Byram in confronto alla misurazione calorimetrica del consumo di ossigeno (OC). Queste misure sono state eseguite in un calorimetro con rilascio di calore su larga scala. Gli incendi sono stati condotti su letti di aghi di *Pinus pinaster*, paglia di *Avena fatua* e spine di *Genista salzmannii* in condizione di assenza di vento e di pendenza. L'intensità del fronte di fiamma ottenuta con OC variava da 17 a 160 kW/m, secondo la specie e il carico. L'indice di Byram dell'intensità del fuoco variava da 20 a 175 kW/m. Si è osservato che l'intensità di Byram sopravvalutava l'intensità del fronte di fiamma misurato con OC. L'efficienza della combustione è stata introdotta nella formulazione di Byram, portando a una valutazione migliore dell'intensità del fronte di fiamma. Poi abbiamo provato diverse formulazioni per l'intensità del fronte di fiamma rispetto all'altezza di fiamma per questi incendi. Le formulazioni sono state tratte dalla letteratura. La misura dell'altezza di fiamma è stata eseguita utilizzando un sistema in stereo-visione situato in posizione laterale rispetto alla direzione della propagazione del fuoco. L'altezza di fiamma media variava da 0.37 m a 0.82 m secondo la specie e il carico di combustibile. Una nuova relazione tra intensità del fronte di fiamma e altezza di fiamma è stata stabilita su scala di laboratorio, il che è più pertinente allo scopo di misurarne l'intensità. Infine, questa formulazione è stata collaudata in base a risultati testati su scala per determinarne le prestazioni per dimensioni mutevoli.

La puissance du front d'un incendie (ou puissance de Byram) est l'une des quantités les plus pertinentes utilisées par la science des incendies de forêt. Elle permet d'évaluer les conséquences du traitement du combustible sur le comportement de l'incendie ou d'établir des limites pour les brûlages dirigés. Elle est également utilisée comme base quantitative pour appuyer les activités

de lutte contre l'incendie. Cependant, sa mesure est particulièrement complexe pour diverses raisons: difficulté à mesurer le poids du combustible consommé dans le front d'incendie actif, difficulté à évaluer la vitesse de propagation du front d'incendie et incertitude sur l'efficacité de la combustion. Les difficultés à mesurer la puissance de Byram ont poussé un grand nombre de chercheurs à dériver une relation empirique entre la puissance du front d'un incendie et la longueur des flammes, ce qui est plus simple à mesurer au niveau pratique (lutte contre l'incendie). Dans cet article, nous examinons d'abord l'estimation de la puissance de Byram en la comparant avec la mesure calorimétrique à consommation d'oxygène (OC). Ces mesures ont été faites dans un calorimètre à dégagement de chaleur à grande échelle. Les incendies ont été faits sur les lits d'aiguilles de *Pinus pinaster*, de paille d'*Avena fatua* et d'épines de *Genista salzmannii* pour des conditions sans vent et sans pente. La puissance du front de l'incendie obtenue par OC allait de 17 à 160 kW/m, selon l'espèce et la masse. La puissance de Byram allait de 20 à 175 kW/m. Il a été remarqué que la puissance de Byram a surestimé la puissance du front de l'incendie mesuré par OC. L'efficacité de la combustion a été introduite dans la formule de Byram qui conduit à une meilleure estimation de la puissance du front de l'incendie. Ensuite, nous avons testé différentes formules de la puissance du front d'un incendie par rapport à la longueur de la flamme de ces incendies. Les formules ont été tirées de la littérature. La mesure de la longueur de la flamme a été prise en utilisant un système de stéréovision placé dans une position latérale par rapport à la direction de propagation de l'incendie. La longueur moyenne de la flamme allait de 0.37 à 0.82 m selon les espèces et la charge combustible. Une nouvelle relation entre la puissance du front de feu et la longueur de flamme a été établie à l'échelle de laboratoire qui est plus pertinente du point de vue de la puissance mesurée. Enfin, cette formule a été testée par rapport à des résultats obtenus à l'échelle du terrain pour évaluer sa performance lors du changement d'échelle.

FBR.33 - Prescribed burning effects on soil and plant communities of a Turkey oak forest and a shrubland in Cilento and Vallo di Diano National Park (Campania, Italy)

Catalanotti A.E.¹, Esposito A.², Strumia S.¹, Ascoli D.³, Marzaioli R.¹, D'Ascoli R.¹, Mazzoleni S.⁴, Rutigliano F.A.¹

1. Dip. Scienze Ambientali, Seconda Università di Napoli, Via Vivaldi 43, 81100-Caserta, Italy; 2. Dip. Scienze della Vita, Seconda Università di Napoli, Via Vivaldi 43, 81100-Caserta, Italy; 3. Dip. Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio, Università di Torino, Via Leonardo Da Vinci 44, 10095-Grugliasco, Italy; 4. Dip. Arboricoltura, Botanica e Patologia Vegetale, Università di Napoli Federico II, Via Università 100, 80055-Portici, Italy

ambraelena.catalanotti@unina2.it, assunta.esposito@unina2.it, sandro.strumia@unina2.it, d.ascoli@unito.it, rossana.marzaioli@unina2.it; rosaria.dascoli@unina2.it mazzolen@unina.it, flora.rutigliano@unina2.it

Prescribed burning, a tool of integrated fire management, has to meet the objectives set in the burning plan that are mainly fire risk reduction, pasture improvement and habitat conservation. Once the objectives are set and prescriptions are prepared, these will generate a certain fire behaviour leading to defined effects. Scientists agree with the usefulness of prescribed fire in fuel reduction, but the sustainability of this practice needs further investigations to adjust prescriptions and reduce undesirable effects. In particular, it is important to evaluate and monitor fire effects in the different local conditions, vegetation types and ecosystem components. With these aims, a multidisciplinary project started in 2009 in two pinewoods of Cilento e Vallo di Diano National Park and continued in further two plant communities of the same Park. In particular, prescribed fire was applied, in February 2011, to i) *Quercus cerris* forest, for fire risk reduction; ii) *Spartium junceum* dominated shrubland (colonizing grasslands rich in endemic and rare herbaceous species), for fire risk reduction, pasture improvement and grassland conservation. Fire behaviour was characterized in terms of intensity and temperature residence time. Fire effects were monitored on vegetation and soil microbial community, the latter being often neglected in these studies though it plays a fundamental role in nutrient cycling. Both in control and burned sites, floristic composition and cover value of each species were assessed using the phytosociological approach. Moreover, in the same sites, samples were collected in both fermentation layer and the 5 cm of soil beneath, 3 hours after the burn and one month later, to measure microbial biomass and activity, total fungal mycelium and some physical and chemical parameters. Results showed that prescribed fire in the Turkey oak forest, with a low intensity (50 kW m^{-1}) and a short residence time ($114 \text{ s} > 100^\circ\text{C}$), did not generally affect soil microbial community, except for a temporary decrease in total fungal mycelium (3 hours after the burn) and microbial biomass (30 days after the burn) of the fermentation layer. On the other hand, in the shrubland the different fuel type, prescriptions and ignition technique led to a more intense ($1,500 \text{ kW m}^{-1}$) and lasting fire ($428 \text{ s} > 100^\circ\text{C}$). In fact, shrubland fire generated a statistically significant decrease in both microbial biomass and activity in the fermentation layer during the whole study period, and in the 5 cm of soil beneath, 30 days after the burn. In the Turkey oak forest no significant changes in floristic composition resulted one year after fire treatment; on the contrary differences were observed in the shrubland, with an increase in herbaceous species number. Data suggest that longer time investigations are needed in order to verify if the observed negative effects on microbial community are persistent, to better investigate the dynamics of vegetation and the role of seed soil bank and, thus, to adjust prescriptions, if necessary. Moreover, the whole dataset could be a useful tool for calibration and validation of models concerning fire effects.

Keywords: *fire ecology, microbial biomass, microbial activity, Quercus cerris, Spartium junceum*

Il fuoco prescritto, uno strumento di gestione integrata degli incendi, deve soddisfare gli obiettivi fissati nel piano per gli incendi, ovvero principalmente la riduzione del rischio di incendi, il miglioramento del pascolo e la conservazione dell'habitat. Una volta fissati gli obiettivi e preparate le norme, questi determineranno un certo comportamento dell'incendio che porta a effetti definiti. Gli scienziati sono d'accordo con l'utilità del fuoco prescritto per la riduzione del combustibile, ma la sostenibilità di questa pratica ha bisogno di altre indagini per regolarne le norme e ridurre gli effetti indesiderati. In particolare, è importante valutare e monitorare gli effetti degli incendi in diverse condizioni locali, tipi di vegetazione e componenti di ecosistema. Con questi obiettivi, nel 2009 è stato avviato un progetto multidisciplinare in due pinete del Parco nazionale del Cilento e Vallo di Diano, proseguito in altre due comunità vegetali dello stesso Parco. In particolare, il fuoco prescritto è stato applicato, nel febbraio 2011, i) a una foresta di *Quercus cerris*, per la riduzione del rischio di incendi; ii) a boscaglie invase da *Spartium junceum* (che colonizzavano pascoli ricchi di specie erbacee endemiche e rare), per la riduzione del rischio di incendi, il miglioramento del foraggio e la conservazione dei pascoli. Il comportamento del fuoco è stato rappresentato in termini di intensità e tempo di permanenza della temperatura. Gli effetti del fuoco sono stati monitorati sulla

vegetazione e sulla comunità microbica del terreno, dato che quest'ultima viene spesso trascurata in questi studi, anche se gioca un ruolo fondamentale nel ciclo dei nutrienti. Sia nei siti di controllo sia in quelli bruciati, la composizione floristica e il valore di copertura di ciascuna specie sono stati valutati utilizzando l'approccio fitosociologico. Inoltre, negli stessi siti, sono stati raccolti campioni sia nello strato di fermentazione sia nei 5 cm di terra sottostanti, 3 ore dopo l'incendio e un mese più tardi, per misurare l'attività e la biomassa microbica, il micelio fungino totale e alcuni parametri fisici e chimici. I risultati hanno mostrato che il fuoco prescritto in una foresta di cerri, con una bassa intensità (50 kW m^{-1}) e un tempo di permanenza breve ($114 \text{ s} > 100^\circ\text{C}$), di solito non ha effetti sulla comunità microbica del terreno, se non per un calo temporaneo nel micelio fungino totale (3 ore dopo l'incendio) e la biomassa microbica (30 giorni dopo l'incendio) dello strato di fermentazione. D'altra parte, nella boscaglia tipi di combustibile, norme e tecniche di innesco diversi hanno portato a un incendio più intenso ($1,500 \text{ kW m}^{-1}$) e duraturo ($428 \text{ s} > 100^\circ\text{C}$). In realtà, l'incendio della boscaglia ha determinato un calo statisticamente significativo nella biomassa microbica e nell'attività dello strato di fermentazione durante tutto il periodo di studio, e nei 5 cm di terreno sottostante, 30 giorni dopo l'incendio. Nella foresta di cerro non si è verificato nessun cambiamento rilevante nella composizione floristica un anno dopo il trattamento col fuoco; al contrario sono state osservate differenze nella boscaglia, con un aumento del numero di specie erbacee. I dati suggeriscono che sono necessarie indagini più lunghe per verificare se gli effetti negativi osservati sulla comunità microbica siano permanenti, per indagare meglio le dinamiche della vegetazione e il ruolo della banca dei semi del suolo e, quindi, per adeguare le norme, se necessario. Inoltre, l'intero insieme di dati potrebbe essere uno strumento utile per la calibrazione e validazione dei modelli riguardanti gli effetti degli incendi.

Le feu prescrit, un outil intégré de gestion de l'incendie, doit satisfaire les objectifs fixés dans le plan de brûlage qui sont principalement la réduction du risque d'incendie, l'amélioration du pâturage et la conservation de l'habitat. Après avoir fixé les objectifs et préparé les prescriptions, ceux-ci produiront un certain comportement de l'incendie entraînant des conséquences déterminées. Les chercheurs conviennent sur l'utilité du feu prescrit dans la réduction du combustible, mais la durabilité de cette pratique nécessite davantage de recherche afin d'ajuster les prescriptions et de réduire les conséquences indésirables. En particulier, il est important d'évaluer et de surveiller les conséquences de l'incendie dans différentes conditions locales, types de végétation et composantes de l'écosystème. Avec ces objectifs à l'esprit, un projet multidisciplinaire a été entrepris en 2009 dans deux pinèdes de Cilento et du parc national Vallo di Diano, et il continue dans deux communautés végétales du même parc. En particulier, le feu prescrit a été appliqué, en février 2011, à une forêt de i) *Quercus cerris*, pour la réduction du risque d'incendie; ii) à une zone arbustive dominée par le *Spartium junceum* (prairies colonisatrices riches en espèces herbacées rares et endémiques), pour la réduction du risque d'incendie, l'amélioration du pâturage et la conservation de la prairie. Le comportement du feu a été caractérisé en matière d'intensité et de temps de séjour de la température. Les conséquences de l'incendie ont été surveillées dans la communauté microbienne du sol et de la végétation, qui était souvent négligée dans ces études, bien qu'elle joue un rôle fondamental dans le cycle nutritif. Sur les sites de contrôle et brûlés, la composition floristique et la valeur de protection de chaque espèce ont été évaluées en utilisant l'approche phytosociologique. Par ailleurs, sur les mêmes sites, des échantillons ont été collectés sur la couche de fermentation et à 5 cm sous le sol, 3 heures après le brûlage et un mois après, afin de mesurer la biomasse et l'activité microbiennes, le mycélium fongique total et certains paramètres chimiques et physiques. Les résultats ont montré que le feu prescrit dans la forêt turque de chênes, avec une faible intensité (50 kW m^{-1}) et un temps de séjour court ($114 \text{ s} > 100^\circ\text{C}$), n'a pas influé, en général, sur la communauté microbienne du sol, sauf pour une diminution temporaire dans le mycélium fongique total (3 heures après le brûlage) et la biomasse microbienne (30 jours après le brûlage) de la couche de fermentation. D'autre part, dans la zone arbustive, le type de combustible différent, les prescriptions et techniques d'allumage ont entraîné un incendie plus intense ($1,500 \text{ kW m}^{-1}$) et plus long ($428 \text{ s} > 100^\circ\text{C}$). En effet, le feu de la zone arbustive a montré une diminution statistique considérable aussi bien dans la biomasse que dans l'activité microbiennes de la couche de fermentation pendant toute la période d'étude et à 5 cm sous le sol, 30 jours après le brûlage. Dans la forêt de chêne turque, il n'y a eu aucun changement important dans la composition floristique un an après le traitement par le feu; au contraire, des différences ont été observées dans la zone arbustive avec une augmentation du nombre d'espèces herbacées. Les données suggèrent que des recherches plus longues sont nécessaires pour vérifier si les conséquences négatives observées sur la communauté microbienne sont persistantes, afin de mieux rechercher la dynamique de la végétation et le rôle de la banque de graines dans le sol, et donc, ajuster les prescriptions, si nécessaire. Par ailleurs, l'ensemble des données peut être un outil utile pour le calibrage et la validation des modèles concernant les conséquences des incendies.

FBR.34 - Multitemporal burnt area detection methods based on a couple of images acquired after the fire event

Carlà R.¹, Santurri L.¹, Bonora L.², Conese C.²

1. National Research Council – Institute Applied Physics “N. Carrara” (IFAC-CNR) Via Madonna del Piano 10, Sesto Fiorentino, Firenze, 50019, Italy; 2. National Research Council – Institute of Biometeorology (IBIMET-CNR) Via Madonna del Piano 10, Sesto Fiorentino, Firenze, 50019, Italy

l.bonora@cnr.ibimet.it

Burnt areas detection methods based on R.S. data represent a methodology useful to integrate limited costs, seasonal rerun and large areas coverage, aspects very important for Public Administrations. Algorithms usually apply a suitable threshold to a multispectral index such as NBR or NDII evaluated on a single image acquired after fire season. Other methods use a multitemporal approach based on a couple of images acquired before and after fire season, and applying a chosen threshold to the differential value of the same. This paper proposes to detect burnt areas using a couple of images acquired both after fire season, to avoid problems of acquiring planning. The threshold method applied to the differential form of the NDII and NDVI is based on their capacity of detecting burnt areas and performances are evaluated and compared with the corresponding ones of the same methods applied to a single image after the fire season.

Keywords: Fire Detection, NBR, NDII, NDVI, Multitemporal method

I metodi di individuazione delle aree incendiate che si basano sui dati R.S. rappresentano un'utile metodologia per integrare i costi limitati, le repliche stagionali e la copertura di grandi aree, aspetti molto importanti per le Amministrazioni Pubbliche. Gli algoritmi di solito applicano una soglia adeguata a un indice multispettrale come l'NBR o NDII valutati su di una singola immagine acquisita dopo la stagione degli incendi. Altri metodi adottano un approccio multitemporale su un paio di immagini acquisite prima e dopo la stagione degli incendi, e applicando una determinata soglia al valore differenziale delle stesse. Questa relazione propone di individuare le aree incendiate utilizzando un paio di immagini acquisite entrambe dopo la stagione degli incendi per evitare problemi di pianificazione. Il metodo della soglia applicato alla forma differenziale dell'NDII e NDVI si basa sulla loro capacità di individuare le aree incendiate, e le prestazioni vengono valutate e confrontate con quelle corrispondenti agli stessi metodi applicati a una singola immagine dopo la stagione degli incendi.

Les méthodes de détection des zones brûlées sur la base des données R.S sont une méthodologie utile pour intégrer les coûts limités, la répétition saisonnière et les couvertes de grandes zones, des aspects très importants pour les administrations publiques. Les algorithmes appliquent généralement un seuil approprié à un indice multispectral, tel que le NBR ou le NDII évalués sur une seule image acquise après la saison d'incendies. Les autres méthodes utilisent une approche multitemporelle basée sur une paire d'images acquises avant et après la saison d'incendies et en appliquant un seuil donné à sa valeur différentielle. Cet article se propose de détecter les zones brûlées en utilisant une paire d'images acquises après la saison d'incendies pour éviter les problèmes de planification de l'acquisition. La méthode du seuil appliquée à la forme différentielle du NDII et du NDVI est basée sur leur capacité à détecter les zones brûlées et les performances sont évaluées et comparées à celles correspondant aux mêmes méthodes appliquées à une seule image après la saison d'incendies.

FBR.35 - Muravera 2010: analysis of an extreme wildfire

Delogu G.¹, Murranca S.¹, Deiana E.¹, Cabiddu S.²

1. Corpo forestale e di V.A. Regione Sardegna, Via Biasi 9, 09131, Cagliari, ITALY; 2. Corpo Forestale e di V.A. Regione Sardegna, Via Gennauara 08045, Lanusei, ITALY

gdelogu@regione.sardegna.it, smurranca@regione.sardegna.it, edeiana@regione.sardegna.it, scabiddu@regione.sardegna.it

Large and extreme wildfires represent an issue that Forest Services and firefighting Institutions in the Mediterranean areas and worldwide have to face. Usually extreme wildfires are associated with environmental conditions that overcome the extinguishing efforts and capacity. Fuel accumulation, frequently linked to land abandonment and socio-economic changes, and extreme weather conditions, in a context of expected climate changes for the future, can lead to mega-fires characterized by very high rate of spread and severe intensity, in conditions more dangerous with respect to the past decades. In these cases, it is common to have to deal with problems of civil protection and strong limitations to fire crews operations; these extreme fire behaviors are often responsible for accidents and casualties. The Muravera case study (24 July 2010) represented an example of extreme fire behavior. The fire, favored by strong winds and complex topography, burned for 3 hours and was able to burn 461 hectares of grasslands, Mediterranean maquis, Quercus ilex woods and Eucaliptus and Pinus stands. The fire behavior analysis of this case study, carried out with reports, interviews, videos and observed weather data, highlighted the very high values of fire spread and intensity, in particular in some WUI areas, together with several difficulties for the fire crews to extinguish or slow down the fire spread. Moreover, it was observed the need to define correct plans of fuel reduction and management, in particular in the WUI, to limit potential damages to houses and people. The analysis of historical fires with extreme behavior could give useful guides to future planning of landscapes and urban areas, in order to take into account the observed pathways, shape and behavior of the most dangerous fires.

Keywords: *large fires, extreme fire behaviour, analysis of case studies, fire fighting*

Gli incendi forestali più vasti e con comportamento estremo costituiscono una problematica che tutte le organizzazioni di lotta antincendio nel Mediterraneo e nel resto del mondo si trovano a fronteggiare. Generalmente gli incendi più estremi sono associati a condizioni ambientali che oltrepassano gli sforzi e le capacità di soppressione. L'accumulo di combustibile, spesso legato all'abbandono delle campagne e ai cambiamenti socio-economici, insieme alle condizioni meteorologiche, in un contesto di cambiamenti climatici previsti per il futuro, possono permettere la propagazione di mega-incendi con velocità di propagazione e intensità estreme, in condizioni più pericolose rispetto ai decenni passati. Di fronte a tali situazioni, è frequente avere problemi di protezione civile e l'azione di lotta presenta forti limitazioni per le squadre antincendio; gli incendi con comportamento estremo sono spesso responsabili di incidenti e morti. Il caso studio di Muravera (24 luglio 2010) rappresenta un esempio di incendio con comportamento estremo. L'incendio, guidato da forti venti e dalla morfologia complessa, si è protratto per 3 ore ed è stato in grado di bruciare 461 ettari di zone con copertura erbacea, macchia mediterranea, leccete e rimboschimenti di Pinus e Eucaliptus. L'analisi del comportamento di questo incendio, svolta sulla base di interviste dei protagonisti sul campo, rapporti, video, e con il conforto dei dati meteorologici, ha messo in evidenza una grande velocità di propagazione del fuoco e la sua rilevante intensità, in particolare in alcune aree a ridosso del centro abitato, insieme alle numerose difficoltà per la struttura di lotta di interrompere o rallentare l'avanzata dell'incendio. Inoltre, è stata evidenziata la necessità di definire dei piani di gestione e riduzione del combustibile, in particolare nelle aree di interfaccia urbano-rurale, per limitare i danni potenziali alle persone e alle abitazioni. L'analisi degli incendi con comportamento estremo può fornire delle linee-guida utili per i pianificatori del territorio e delle aree urbane, al fine di tenere in considerazione la dinamica di sviluppo, la forma ed il comportamento degli incendi più pericolosi.

Les incendies extrêmes et d'envergure sont une question à laquelle doivent faire face les services des forêts et les institutions de lutte contre les incendies dans les zones méditerranéennes et dans le monde. Généralement, les incendies extrêmes sont associés aux conditions environnementales qui surpassent les efforts et la capacité d'extinction. L'accumulation de combustible, fréquemment liée à l'abandon des terres et aux changements socio-économiques, ainsi qu'aux conditions climatiques extrêmes, dans un contexte de changements climatiques attendus

dans le futur, peut entraîner d'importants incendies caractérisés par un taux très élevé d'expansion et de forte intensité dans des conditions plus dangereuses que par le passé. Dans ces cas, on doit faire face habituellement aux problèmes de protection civile et aux fortes limitations des activités des pompiers; ces comportements d'incendie extrêmes sont souvent responsables d'accidents et de lourdes pertes. L'étude de cas Muravera (24 juillet 2010) constitue un exemple de comportement d'incendie extrême. L'incendie, favorisé par des vents forts et une topographie complexe, a brûlé pendant 3 heures et a ravagé 461 hectares de prairie, de maquis méditerranéen, de chênes verts, d'eucalyptus et de pins. L'analyse du comportement de l'incendie de cette étude de cas, menée par le biais de rapports, interviews, vidéos et données climatiques observées, a mis en exergue les très fortes valeurs d'expansion et d'intensité de l'incendie, en particulier dans certaines zones WUI, comportant d'énormes difficultés pour les pompiers pour éteindre ou diminuer l'expansion du feu. Par ailleurs, l'étude a relevé la nécessité de définir les plans exacts de réduction et gestion du combustible, en particulier dans la WUI pour limiter les dommages potentiels aux maisons et aux vies humaines. L'analyse des incendies historiques au comportement extrême peut donner des informations utiles pour la planification future des paysages et aires urbaines afin de prendre en compte les pistes, formes et comportements observés au cours des incendies les plus dangereux.

FBR.36 - Parametric uncertainty quantification in the context of wildland fire spread

Ervilha A.R., Chaves Pereira J.M., Fernandes Pereira J.C.

*Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Av. Rovisco Pais, 1, Pav. Mecânica I, 1º andar, LASEF,
1049-001 Lisboa, Portugal*

rita.ervilha@ist.utl.pt, jose.chaves@ist.utl.pt, jcfpereira@ist.utl.pt

Uncertainty is present in almost all parameters related with wildland fires. In addition, modeling uncertainties is so great that error bars should be provide for the prediction of fire location etc. The aim of the present communication is to describe a Non-Intrusive Polynomial Chaos methodology applied to wildland fire spread. The propagation of parametric uncertainty through a semi-physical model of wildfire spread, namely the Rothermel's model, is the basis of the present work. This model provides outputs such as the rate of spread, the spread direction, the effective wind speed, and the Byram's fire line intensity, which are all dependent of uncertain inputs regarding the properties of the fuel bed, the orography and the meteorological conditions. For the stochastic variables projection we use the Polynomial Chaos decomposition, where the Galerkin projection of the variables in the stochastic space is done through a numerical projection instead of an algebraic one. The goal of using such approach is to avoid the inherent complexity in dealing with strong non linearities of the equations. The choice of the Polynomial Chaos decompositions is due to the lack of efficiency or stochastic variables description of other methods such as Monte Carlo. The proposed methodology is applied to two main purposes. The first is related with validation of the presented methodology as well as getting a prior estimate of the individual relevance of each input variable in the overall fire spread process. We first analyze the sensitivity of the input variables in both senses, the numerical and the physical one. A further aim of this phase is to compare the results obtained (in particular the error bars) with the existing literature. The second purpose of the reported work is to present faster-than-real-time stochastic predictions using graphical processors. Some application examples are presented, obtained from GPU high performance computing, where a process kind a cellular automata produces the ignition time over all the considered landscape. The huge effort needed to produce fire spread predictions with uncertainty quantification can then be obtained in a faster-than-real-time manner by using the referred paradigms.

Keywords: *uncertainty quantification, non-intrusive polynomial chaos, fire spread*

L'incertezza è presente in quasi tutti i parametri collegati agli incendi boschivi. Inoltre, le incertezze dei modelli sono tali che dovrebbero essere fornite delle barre di errore per prevedere l'ubicazione dell'incendio, ecc. Lo scopo della presente comunicazione è di descrivere una metodologia del Caos Polinomiale Non-Intrusivo applicata alla propagazione dell'incendio boschivo. La propagazione dell'incertezza parametrica mediante un modello semi-fisico di propagazione dell'incendio, ovvero il modello di Rothermel, costituisce la base di questo lavoro. Questo modello fornisce dei risultati quali il tasso di propagazione, la direzione di propagazione, l'effettiva velocità del vento, e l'intensità del fronte di fiamma di Byram, che dipendono tutti da elementi incerti relativi alle proprietà del letto del combustibile, l'orografia e le condizioni meteorologiche. Per la proiezione delle variabili stocastiche utilizziamo la scomposizione del Caos Polinomiale, dove la proiezione di Galerkin delle variabili nello spazio stocastico si ottiene attraverso una proiezione numerica invece che algebrica. L'obiettivo nell'utilizzare tale approccio è quello di evitare la complessità inerente nell'affrontare le forti non-linearità delle equazioni. La scelta delle scomposizioni del Caos Polinomiale è dovuta alla mancanza di efficienza o descrizione delle variabili stocastiche di altri metodi come il Monte Carlo. La metodologia proposta è applicata con due finalità principali. La prima è collegata alla validazione della metodologia presentata, oltre ad ottenere una stima iniziale della rilevanza individuale di ogni variabile di input nel processo globale di propagazione dell'incendio. Prima analizziamo la sensibilità delle variabili di input in entrambi i sensi, quello numerico e fisico. Un'ulteriore fine di questa fase è di confrontare i risultati ottenuti (in particolare le barre di errore) con la letteratura esistente. Il secondo scopo del lavoro qui riportato è quello di presentare delle previsioni stocastiche più velocemente del tempo reale utilizzando processori grafici. Vengono presentati degli esempi di applicazione, ottenuti da calcoli ad alto rendimento mediante GPU, dove un processo simile a degli automi cellulari produce il tempo d'innescò su tutto il paesaggio preso in esame. L'enorme sforzo

necessario a ottenere le previsioni sulla propagazione dell'incendio con la quantificazione delle incertezze può essere quindi messo in atto più velocemente che in tempo reale utilizzando i paradigmi qui riferiti.

Il y a de l'incertitude dans presque tous les paramètres liés aux feux de broussailles. Par ailleurs, les incertitudes de modélisation sont si grandes que des bandes d'erreur doivent être fournies pour prévoir l'emplacement de l'incendie, etc. L'objectif de cette communication est de décrire une méthodologie de chaos polynomial non intrusif appliqué à l'expansion du feu de broussaille. Ce travail se base sur la propagation de l'incertitude paramétrique à travers un modèle semi-physique d'expansion du feu, notamment le modèle Rothermel. Ce modèle fournit des éléments tels que le taux d'expansion, la direction d'expansion, la vitesse exacte du vent et l'intensité de la ligne d'incendie de Byram qui dépendent tous de données incertaines concernant les propriétés du lit de combustible, l'orographie et les conditions météorologiques. Pour la projection de variables stochastiques, nous utilisons la décomposition du chaos polynomial dans laquelle la projection de Galerkin des variables de l'espace stochastique se fait à travers la projection numérique plutôt que la projection algébrique. Cette approche est utilisée parce qu'elle permet d'éviter la complexité inhérente à la gestion de fortes non-linéarités des équations. Le choix des décompositions du chaos polynomial est dû au manque d'efficacité ou à la description des variables stochastiques ou d'autres méthodes telles que le Monte Carlo. La méthodologie proposée est appliquée dans deux buts principaux. Le premier est la validation de la méthodologie présentée et l'estimation préalable de la pertinence individuelle de chaque variable d'entrée dans tout le processus d'expansion de l'incendie. Nous analysons d'abord la sensibilité des variables d'entrée dans les deux sens, c'est-à-dire numérique et physique. Un autre objectif de cette phase est de comparer les résultats obtenus (en particulier les bandes d'erreur) avec la littérature existante. Le second objectif du travail est de présenter les prévisions stochastiques plus rapidement qu'en temps réel en utilisant des processeurs graphiques. Certains exemples d'application obtenus par le biais du calcul GPU haute performance sont présentés; dans ce cas, un traitement d'automate cellulaire produit le temps d'allumage sur tous les paysages considérés. Le grand effort nécessaire pour la production des prévisions d'expansion de l'incendie avec une quantification incertaine peut s'obtenir d'une manière plus rapide qu'en temps réel en utilisant les paradigmes décrits.

FBR.37 - Tiger Hazard: software to assess wildfire spread including spotting

Heathfield D.¹; Orso A.¹; Li Q.¹, Mazzoleni S.², Kivistö V.³, Castro Rego F.⁴

1. World in a Box, Finland; 2. ARBOPAVE, Napoli, Italy; 3. Nepton OY, Finland; 4. CEABN, Lisboa, Portugal

duncan.heathfield@worldinbox.eu, mazzoleni@unina.it, vesa.kivisto@nepton.fi, frego@isa.utl.pt

Some parts of the Tiger software from the Fire Paradox project are extracted and re-assembled into a convenient, self-contained, package of tools called "Tiger Hazard". The software supports the assessment of wildfire spread risk by mapping contributory factors. These outputs are useful for planning incident responses and allocating fire-fighting resources. Tiger Hazard uses a digital elevation model to calculate local maps of slope, wind and insolation, given some information about the general wind conditions and the date and time. These outputs are mapped as overlays in Google Earth, and are combined to give spread vectors. Changes to the inputs are immediately applied to update the prediction maps, so the software provides a quick indication of the effects of changing wind conditions and the movement of the sun. The location of a fire (actual or imagined) can be entered, to generate an estimate of the maximum spotting distance and likely direction. A straightforward plume model is combined with high-resolution wind field calculations to modify the path of the firebrands along their trajectory. The fire's thermal intensity, the brands' "viable" lifetime and their terminal velocity are used to predict the vertical component of the path. This is then modified by the wind vectors encountered by the brands during flight to predict the eventual point of arrival. The resulting trajectory is displayed in Google Earth. The software is simple and self-contained. An elevation map is the only required input data. The area of interest is selected graphically, and the internal models are automatically initialised for the domain, which is represented as grid with typical resolution of 50-100 m. The insolation model is an implementation of the standard solar geometry, adjusted by terrain slope and aspect, and with a correction for hill shading. The wind model used is the linear flow model LINCOM.

Keywords: *Spotting, wildfire, wind and slope, firebrands, spread risk*

Alcune parti del software Tiger del progetto Fire Paradox sono estratte e riassemblate in pacchetto di strumenti compatto e pratico chiamato "Tiger Hazard". Il software permette la determinazione del rischio di propagazione degli incendi attraverso la mappatura dei fattori che vi contribuiscono. Questi risultati sono utili per pianificare le risposte agli incidenti e assegnare le risorse dell'antincendio. Tiger Hazard usa un modello di elevazione digitale per calcolare le mappe locali di pendenza, il vento e l'insolazione, date determinate informazioni sulle condizioni del vento in generale e la data e l'ora. Questi risultati sono mappati in sovrapposizione con Google Earth e vengono combinati per ottenere i vettori di propagazione. Variazioni agli input sono applicate immediatamente per aggiornare le mappe di previsione, così il software fornisce una rapida indicazione degli effetti delle condizioni del vento che variano e il movimento del sole. L'ubicazione di un incendio (reale o immaginato) può essere inserita per generare una stima della distanza massima di focolai secondari e direzione probabile. Un semplice modello della colonna di fumo viene abbinato con i calcoli ad alta risoluzione dei campi di vento per modificare il percorso dei tizzoni lungo la loro traiettoria. L'intensità termica del fuoco, il ciclo di vita "probabile" dei tizzoni e la loro velocità terminale sono utilizzati per prevedere la componente verticale del percorso. Questo viene poi modificato dai vettori del vento incontrati dai tizzoni durante il viaggio per prevedere il punto finale d'arrivo. La traiettoria che ne risulta è illustrata su Google Earth. Il software è semplice e compatto. Una mappa in elevazione è l'unico dato necessario da inserire. L'area d'interesse è selezionata graficamente e i modelli interni sono automaticamente inizializzati per il dominio, che è rappresentato come griglia con risoluzione tipica di 50-100 m. Il modello d'insolazione è una realizzazione della geometria solare standard, adattata con la pendenza e l'aspetto del terreno, e con una correzione per l'ombreggiatura collinare. Il modello del vento utilizzato è il modello di flusso lineare LINCOM.

Certaines parties du logiciel Tiger du projet Fire Paradox sont extraites et réassemblées dans un paquet d'outils pratique et autonome, appelé « Tiger Hazard ». Le logiciel évalue le risque d'expansion des incendies en faisant une cartographie des facteurs contributifs. Ces produits sont utiles pour la planification des réactions d'incidents et fournissent des ressources de lutte contre les incendies. Tiger Hazard utilise un modèle d'élevation numérique pour le calcul des cartes locales d'inclinaison, du vent et de l'insolation, donne des informations sur les conditions générales

de vent, ainsi que la date et l'heure. Ces données sont cartographiées comme des niveaux dans Google Earth, puis combinées pour fournir des vecteurs d'expansion. Les changements de données sont immédiatement appliqués pour mettre à jour les cartes de prévision: ainsi, le logiciel indique rapidement les effets du changement des conditions de vent et du mouvement du soleil. L'endroit d'un incendie (réel ou imaginé) peut être saisi pour générer une estimation de la distance maximum et la direction éventuelle. Un modèle de colonne de flammes directe est combiné aux calculs de champ de vent haute résolution pour modifier le chemin des brandons sur leur trajectoire. L'intensité thermique du feu, la durée de vie « viable » des brandons et leur vitesse terminale sont utilisés pour prédire la composante verticale du chemin. Elle est ensuite modifiée par les vecteurs de vent rencontrés par les brandons pendant le vol afin de prédire le point d'arrivée éventuel. La trajectoire résultante est affichée dans Google Earth. Le logiciel est simple et autonome. Une carte d'élévation est la seule donnée d'entrée. La zone d'intérêt est sélectionnée de façon graphique et les modèles internes sont automatiquement initialisés pour le domaine qui est représenté sous forme de grille avec une résolution typique de 50-100 m. Ce modèle d'insolation est une mise en œuvre de la géométrie solaire standard, ajustée par l'inclinaison et l'aspect du terrain, et avec une correction d'estompement. Le modèle de vent utilisé est le modèle de flux linéaire LINCOM.

FBR.38 - Muravera 2010: analysis of a “quasi-entrapment” in the light of the LACES security protocol

Delogu G.¹, Murrancà S.¹, Deiana E.¹, Cabiddu S.²

1. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna Via Biasi, 9 Cagliari; 2. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna Via Gennauara, Lanusei

gdelogu@regione.sardegna.it, smurranca@regione.sardegna.it, edeiana@regione.sardegna.it, scabiddu@regione.sardegna.it

Firefighting is a dangerous activity. In general, it is done by experienced people but sometimes, because of new recruits for issues of age, experience is not a guarantee of security in this kind of actions: it is now fundamental and widespread the requirement of a strong training to fill up the lack of experience. The main theme of every training course is that of security: in the USA in particular, it has been elaborated the “L.A.C.E.S.” protocol, from the analysis of a series of accidents (sometimes fatal accidents). The name LACES is an acronym coming from those 5 words: lookout, awareness (or anchor point), communication, escape routes, safety zone. During the Muravera wildfire of the 24th of July 2010, an accident occurred. No one got injured, but it could have gone worse. It has been defined a kind of “quasi-entrapment” accident, in which two operators got almost trapped between the flames. According to the LACES protocol many procedural mistakes had been made in the direct attack to fire. Those mistakes have been taken into account and analysed in the headquarters of the Corpo Forestale in Villasalto (helicopter base) with the “After Action Review” method. The description of the episode and its evaluation made by following the LACES protocol are reported here as a model of formative interchange between operators.

Keywords: *LACES, Muravera, quasi-entrapment*

La lotta agli incendi boschivi è un mestiere pericoloso; in genere a tale attività sono dedicate persone di esperienza sul campo; ma con i necessari ricambi generazionali per invecchiamento e nuovi reclutamenti, spesso l'esperienza non costituisce garanzia di sicurezza nelle operazioni, pertanto è ormai diffusa in tutte le organizzazioni di lotta al fuoco l'esigenza di colmare le carenze esperienziali con la formazione. Il tema principale che ricorre nelle formazioni di tutte le organizzazioni di lotta occidentali è quello della sicurezza: in USA in particolare, dall'analisi di una lunga serie di incidenti anche mortali è stato elaborato e approfondito il protocollo “L.A.C.E.S.” acronimo derivato dalle 5 parole lookout, awareness (anchor point), communication, escape routes, safety zone. Durante l'incendio di Muravera del 24 luglio 2010 si è verificato un incidente, fortunatamente senza feriti né danni alle persone, che avrebbe potuto essere molto più grave: è stato chiamato incidente di “quasi-intrappolamento” poiché i di due operatori si son trovati quasi intrappolati tra le fiamme. Alla luce del protocollo LACES, si è potuto evidenziare che sono stati commessi alcuni errori di procedura: tali errori sono stati oggetto di accurata discussione e analisi presso la Base elicotteri di Villasalto del CFVA con il metodo dell'”After action review”. La descrizione dell'episodio e la valutazione secondo il protocollo LACES vengono qui riportati come modello di interscambio formativo tra operatori.

La lutte contre l'incendie est une activité dangereuse. En général, elle est réservée à des personnes expérimentées. Mais parfois, du fait de nouvelles recrues pour des questions d'âge, l'expérience n'est pas une garantie de sécurité dans ce type d'actions: aujourd'hui, une bonne formation est exigée et essentielle pour combler le manque d'expérience. Le thème principal de tous les cours de formation est celui de la sécurité: aux États-Unis en particulier, le protocole « L.A.C.E.S. » a été élaboré à partir de l'analyse d'une série d'accidents (parfois des accidents mortels). L.A.C.E.S. est l'acronyme des cinq mots suivants: vigilance, conscience (ou point stratégique), communication, routes d'échappement, zone de sécurité. Pendant l'incendie de Muravera du 24 juillet 2010, un accident a eu lieu. Il n'y a eu aucun blessé, mais cela aurait pu être plus grave. Il a été qualifié d'accident « quasi-piège » dans lequel deux opérateurs ont été presque piégés dans les flammes. Selon le protocole L.A.C.E.S., plusieurs erreurs procédurales ont été commises dans l'attaque directe de l'incendie. Ces erreurs ont été prises en compte et analysées au siège social du Corpo Forestale de Villasalto (base hélicoptère) avec la méthode « After Action Review » (analyse a posteriori). La description de l'épisode et son évaluation faite selon le protocole LACES sont rapportées ici comme un modèle de communication instructive entre les opérateurs.

FBR.39 - Spatial patterns of wildfire risk in Sardinia*Salis M.¹, Ager A.A.², Arca B.³, Finney M.A.⁴, Bacciu V.¹, Duce P.³, Spano D.¹*

1. Department of Economics and Woody Plant Ecosystems, University of Sassari, Italy; Euro Mediterranean Center on Climate Change (CMCC IAFENT), Sassari, Italy; 2. WWETAC, USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Prineville, USA; 3. Institute of Biometeorology, National Research Council (CNR IBIMET), Sassari, Italy; 4. USDA Forest Service, Missoula Fire Sciences Laboratory, Missoula, USA

miksalis@uniss.it, aager@fs.fed.us, b.arca@ibimet.cnr.it, mfinney@fs.fed.us

Wildfires are a growing threat to human and ecological values worldwide, particularly in the fire-prone areas of the Mediterranean Basin. The ecosystems of this region have experienced an increasing occurrence of severe and extreme fire seasons, with severe damages to areas of high interest and loss of life. Like other Mediterranean areas, Sardinia contains a high density of urban interfaces, recreational values and highly valued agricultural areas that are threatened by increasing frequency of wildfires. We used historical fire data and wildfire simulations with the MTT algorithm to estimate burn probability (BP), flame length, and fire size in Sardinia, and compared wildfire risk among and within highly valued features. Variation in flame length, fire size and BP among and within the different land designations illustrated the effects of fuels, ignition location, topography and weather on wildfire occurrence and spread patterns. The approach offers a compact model of wildfire risk and incorporates landscape effects of large wildfire spread. The results revealed spatial variation in fire risk that is useful in prioritizing fuel treatments and guiding other wildfire risk management activities. The modeling approach can also be used to test the effects of different investment strategies to reduce wildfire risk to specific landscape features.

Keywords: *fire risk, burn probability, spatial patterns*

Gli incendi rappresentano una crescente minaccia al patrimonio umano ed ecologico in varie aree del mondo, ed in particolare nelle aree del Bacino del Mediterraneo più esposte agli incendi. Gli ecosistemi di questa regione hanno registrato un incremento nella frequenza delle stagioni con incendi severi e con comportamento estremo, associati a danni rilevanti ad aree di notevole pregio e perdite di vite umane. Così come altre regioni mediterranee, la Sardegna si caratterizza per un'alta densità di interfacce urbane, beni di interesse naturalistico-ricreativo e aree agricole di notevole valenza economica, tutte minacciate dall'incremento della frequenza degli incendi. In questo lavoro abbiamo utilizzato la banca dati storica degli incendi e una serie di simulazioni facendo ricorso all'algoritmo MTT per stimare la burn probability (BP), la lunghezza delle fiamme, e la dimensione degli incendi in Sardegna, e abbiamo comparato il rischio incendio tra diverse categorie di beni di interesse, nonché all'interno di una stessa categoria di beni. Le differenze in termini di lunghezza delle fiamme, dimensione degli incendi e BP fra le migliaia di beni di interesse analizzati sono risultate riconducibili all'effetto del combustibile, della posizione del punto di insorgenza dell'incendio, della topografia e delle condizioni meteorologiche sulla frequenza degli incendi e sulle vie preferenziali di propagazione di un incendio in un territorio. Questo approccio permette una modellizzazione metodologicamente solida del rischio incendi su larga scala e consente di incorporare gli effetti del territorio sulla propagazione degli incendi più estesi. I risultati ottenuti hanno evidenziato le variazioni spaziali del rischio incendi, aspetto molto utile per assegnare delle scale di priorità sugli interventi di gestione del combustibile e per guidare altre attività di gestione del rischio incendi. L'approccio modellistico può inoltre essere utilizzato per valutare gli effetti di diverse strategie di investimento per la riduzione del rischio incendi rispetto a specifiche situazioni territoriali.

Les incendies constituent une menace croissante aux valeurs humaines et écologiques dans le monde, notamment dans les zones propices au feu du bassin méditerranéen. Les écosystèmes de cette région ont fait l'expérience d'une occurrence croissante de saisons d'incendies extrêmes et graves qui ont endommagé considérablement des zones de grand intérêt et provoqué des morts. Comme les autres zones méditerranéennes, la Sardaigne a une forte densité d'interfaces urbaines, activités récréatives et zones agricoles importantes qui sont menacées par la croissance de la fréquence des incendies. Nous utilisons les données historiques d'incendies et les simulations d'incendie pour estimer la probabilité d'incendie (BP), la longueur de la flamme et l'envergure des incendies en Sardaigne; puis nous avons comparé le risque d'incendie avec les caractéristiques des valeurs analysés. La variation dans la longueur de la flamme, la taille de l'incendie et la BP, parmi et entre les différentes typologies de végétation, ont illustré les effets des combustibles, le point d'ignition de l'incendie, la topographie et le temps sur l'occurrence et les modes d'expansion des incendies. L'approche offre un modèle compact de risque d'incendie et intègre les effets sur le paysage de l'expansion des grands incendies. Les résultats ont montré que la variation spatiale du risque d'incendie



est utile pour la priorité des traitements des combustibles et la conduite des autres activités de gestion du risque d'incendie. L'approche de modélisation peut également être utilisée pour tester les effets des diverses stratégies d'investissement pour réduire le risque d'incendie en considérant les caractéristiques spécifiques du paysage.

FBR.40 – “Mastros de Fogu” - Group of analysis and use of fire from CFVA – A presentation

*Delogu G.¹, Diana G.², Congiu F.³, Cabiddu S.³, Murrancu S.¹, Deiana E.¹, Peluffo L.², Deiana A.³, Magari L.⁴,
Becchia A.³, Melis L.³*

1. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna Via Biasi, 9 Cagliari; 2. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna Via Trieste Nuoro; 3. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna Via Gennauara, Lanusei; 4. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna, Via Donizetti 15/a Oristano

*gdelogu@regione.sardegna.it; fcongiu@regione.sardegna.it; antdeiana@regione.sardegna.it; lpeluffo@regione.sardegna.it;
smurrancu@regione.sardegna.it; lmagari@regione.sardegna.it; gdiana@regione.sardegna.it; edeiana@regione.sardegna.it;
scabiddu@regione.sardegna.it; abecchia@regione.sardegna.it, luimelis@regione.sardegna.it*

Thanks to a wide international project financed by the European Union, named Fire Paradox, our Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale has managed to experience a strong professional exchange from 2007 to 2010. Thanks to the cooperation with several teams involved in firefighting (each of them operating in various areas of the Mediterranean sea, such as Catalonia, Spain, France, Portugal, Morocco, Greece and so on), our team has improved its skills and got acquainted with new more suitable organizational patterns for a faster reaction to fire, in order to get over the traditional approach of the “first attack” with water. According to the Portuguese experience, in 2008 it has been created the so-called “GAUF” (Group of Analysis and Use of Fire), also known as “Mastros de Fogu” (masters of fire) in Sardinian language: it is composed by a crew of experts, properly trained with special courses and interchanges, in order to set up a collection of information on fire behaviour, to create an analysis of the patterns and the dynamics of important wildfires and to act promptly (where and when possible) with indirect attacks by using suppression fire. It aims also to plan some actions of prescribed burning in the local area, with preventive purposes. Nowadays, our team is empowering its action with local units, properly provided with vehicles and tools for indirect attacks; it also aims to gather information on the most important wildfires in order to set up a database on fire behaviour and, finally, aims to establish future scenarios of prevention according to the variety of morphological areas and local history. The poster here makes a list of the activities performed until now and those that will be made in the future.

Keywords: *GAUF, Gruppo analisi incendi, uso del fuoco*

Grazie a un importante progetto internazionale finanziato dall'Unione Europea, chiamato Fire Paradox, il Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale ha maturato esperienza mediante forti scambi professionali fra il 2007 e il 2010. Grazie alla cooperazione con vari teams coinvolti nella lotta agli incendi (ognuno di questi team opera in diverse aree del Mar Mediterraneo, quali Catalogna, Spagna, Francia, Portogallo, Marocco, Grecia, e altri), il nostro team ha migliorato le proprie competenze e ha acquisito familiarità con modelli organizzativi più adatti a una rapida risposta agli incendi, al fine di affiancare tale approccio a quello tradizionale di primo attacco con l'uso dell'acqua. Sulla base dell'esperienza portoghese, nel 2008 è stato creato il “GAUF” (Gruppo di Analisi e Uso del Fuoco), anche conosciuto in Sardo col nome “Mastros de Fogu” (Maestri del Fuoco): tale gruppo è composto da un team di esperti, specificamente addestrati con corsi speciali e interscambi, al fine di disporre di una serie di informazioni sul comportamento del fuoco, analizzare i patterns e le dinamiche di incendi rilevanti per procedere attivamente (dove e quando possibile) con attacchi indiretti mediante il ricorso al controfuoco. Un altro obiettivo è quello di pianificare azioni di fuoco controllato su scala locale, a fini preventivi. Allo stato attuale, il nostro team sta svolgendo le proprie attività insieme alle unità locali, propriamente dotate di veicoli e attrezzature per l'attacco indiretto; un altro obiettivo è di raccogliere informazioni sui più importanti incendi per costruire un database sul comportamento degli incendi e, infine, di definire scenari futuri di prevenzione sulla base di una varietà di aree morfologiche e storia locale. Il presente poster presenta una lista delle attività svolte finora dal gruppo e di quelle che verranno effettuate in futuro.

Grâce à un grand projet international appelé Fire Paradox et financé par l'Union Européenne, le Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale a expérimenté un échange professionnel important de 2007 à 2010. Grâce à la coopération avec plusieurs équipes impliquées dans la lutte contre les incendies (chacune d'elle opérant dans diverses zones de la mer Méditerranée telles que la Catalogne, l'Espagne, la France, le Portugal, le Maroc, etc.), notre équipe a amélioré ses connaissances et s'est familiarisée avec des modes d'organisation plus appropriés pour une réaction plus rapide par rapport à l'incendie pour comprendre l'approche traditionnelle de la « première attaque » à l'eau. Selon l'expérience portugaise, le « GAUF » (Groupe d'analyse et d'usage du feu) – également connu comme « Mastros de Fogu » (maîtres du feu) en langue



sarde – a été créé en 2008: il se compose d'experts bien formés par des cours et des échanges spéciaux pour collecter des informations sur le comportement du feu, faire une analyse des modes et de la dynamique des incendies importants et agir rapidement (en cas de nécessité) par le biais d'attaques indirectes par voie d'extinction de l'incendie. Il vise également à planifier des actions de feu prescrit dans la zone locale avec des objectifs de prévention. Aujourd'hui, notre équipe renforce son action avec des unités locales, bien équipées de véhicules et d'outils pour des attaques indirectes; elle vise également à rassembler des informations sur les incendies les plus importants en vue d'organiser une base de données sur le comportement de l'incendie, et enfin, à établir des scénarios futurs de prévention selon la variété des zones morphologiques et de l'histoire locale. Notre présentation visuelle énumère une liste d'activités menées jusqu'à présent et celles qui seront mises en œuvre dans le futur.

FBR.41 - Prescribed burning and tactical fires potential effects on fire risk mitigation: the Sardinian experience

Diana G.¹, Salis M.^{2,3}, Farris G.¹, Farris O.¹, Licheri F.¹, Musina G.¹, Peluffo L.¹, Pirisi A.M.¹, Bacciu V.^{2,3}, Casula F.², Fois C.², Sirca C.^{2,3}, Spano D.^{2,3}

1. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale della Regione Sardegna - Ispettorato Ripartimentale Nuoro, Italy; 2. Department of Economics and Woody Plant Ecosystems, University of Sassari, Italy; 3. Euro Mediterranean Center on Climate Change (CMCC IAFENT), Sassari, Italy

gdiana@regione.sardegna.it, gfarris@regione.sardegna.it, ofarris@regione.sardegna.it, flicheri@regione.sardegna.it, gmusina@regione.sardegna.it, lpeluffo@regione.sardegna.it, sorotelli@regione.sardegna.it, apirisi@regione.sardegna.it, miksalis@uniss.it, vbacciu@uniss.it, cosirca@uniss.it, spano@uniss.it, fcasula@uniss.it, cfois@uniss.it

Prescribed burning and tactical fires in fire prone ecosystems like the Mediterranean areas can represent useful techniques to mitigate wildfire risk and to strengthen fire suppression actions. The mitigation effect of prescribed burning and tactical fires are particularly significant, according to several field experiences and the scientific literature, when the fire weather conditions are low or moderate, while its impact is more limited when wildfires spread with extreme weather conditions. The Sardinia Forest Service (CFVA) has been testing for the last years the potential and the usefulness of the use of fire, both in prevention and fire-fighting phases, with the aim to reduce fuel load and to create strategic fuel-breaks and larger anchor points. It aimed to contrast the wildfire spread in sites where the fire occurrence is historically more frequent and the potential fire behavior can abruptly change, as well as to treat strips and areas to stop the wildfire propagation when no other solutions are possible. Moreover, another important goal of the "smart" and controlled use of fire is to train teams and to test fire drills and tactics in conditions of moderate-low fire behavior. The experiences of prescribed burning in Sardinia highlighted the operational capacity of small and skilled teams with limited equipments (drip torch, blowers, tools for direct attack) in prescribed burning operations, to reduce fuel load, and in tactical fires, to contrast the fire spread. The objective of this work is to present the prescribed burning experience that was carried out in three different sites (Nuoro, Bolotana, Orani), in the central area of Sardinia, Italy, from 13th to 30th June 2011. Fuel characteristics and moisture, weather conditions and some fire behavior variables were monitored and collected in order to characterize the experiments. Finally, the potential effects of the controlled use of fire on wildfire behavior were evaluated using FARSITE (Finney, 2004).

Keywords: *prescribed burning, tactical fires, fire risk mitigation*

Negli ecosistemi più esposti agli incendi, come quelli delle aree mediterranee, il fuoco controllato e il fuoco tattico possono rappresentare delle tecniche utili per mitigare il rischio e consolidare le azioni di contenimento degli incendi. L'effetto di mitigazione di tali tecniche è particolarmente significativo, sulla base di varie esperienze empiriche e della letteratura scientifica, quando le condizioni meteorologiche sono di ridotta o moderata severità, mentre tale effetto è più limitato quando gli incendi si propagano in condizioni meteorologiche estreme. Nel corso degli ultimi anni, il Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale (CFVA) della Regione Sardegna sta testando le potenzialità e l'utilità dell'uso del fuoco, nelle fasi preventive e operative, per ridurre il carico di combustibile e per creare fuel-breaks strategici e punti di ancoraggio più ampi, al fine di contrastare la propagazione degli incendi in aree in cui storicamente l'insorgenza degli incendi è più frequente e il comportamento potenziale dell'incendio può cambiare repentinamente, così come per intervenire con l'uso del fuoco su fasce e aree più estese qualora non ci siano altre soluzioni praticabili per bloccare l'avanzata di un incendio. Inoltre, un altro importante obiettivo dell'uso intelligente e controllato del fuoco è quello di addestrare il personale, compiere esercitazioni e testare le tattiche in condizioni moderate-basse di comportamento dell'incendio. Le esperienze di fuoco controllato in Sardegna hanno evidenziato le capacità operative di piccoli teams ben addestrati con equipaggiamento ridotto (torcia di accensione, atomizzatori ad aria, attrezzi manuali polivalenti) nelle operazioni di fuoco controllato, per ridurre il carico di combustibile, e nei fuochi tattici, per contrastare l'evoluzione di un incendio. L'obiettivo di questo lavoro è di presentare l'esperienza di fuoco controllato che è stata condotta in 3 siti sperimentali differenti (Nuoro, Bolotana, Orani), nella zona centrale della Sardegna (Italia), dal 13 al 30 Giugno 2011. Le caratteristiche e l'umidità del combustibile, le condizioni meteorologiche e alcune variabili del comportamento del fuoco sono state monitorate e raccolte per caratterizzare gli esperimenti. Infine, gli effetti potenziali dell'uso controllato del fuoco sono stati valutati con il modello FARSITE (Finney, 2004).



Les feux prescrits et tactiques dans les écosystèmes propices aux incendies tels que les zones méditerranéennes peuvent représenter des techniques utiles pour mitiger le risque d'incendie et renforcer les actions d'extinction du feu. L'effet de mitigation du feu prescrit et des feux tactiques est particulièrement important selon plusieurs expériences sur le terrain et la littérature scientifique, lorsque les conditions climatiques d'incendie sont faibles ou modérées, tandis que son impact est plus limité lorsque les incendies s'étendent avec des conditions climatiques extrêmes. Pendant les dernières années, le Service des forêts de Sardaigne (CFVA) a évalué le potentiel et l'utilité des techniques d'incendie, aussi bien dans les phases de prévention que de lutte contre l'incendie. Cette évaluation visait à réduire la masse de combustible et de créer des pare-feu stratégiques et des points d'appui plus larges; ceci en vue de contraster l'expansion de l'incendie dans les sites où l'occurrence du feu est historiquement plus fréquente et le comportement potentiel de l'incendie peut changer soudainement, ainsi que de traiter les bandes et les zones dans le but d'arrêter la propagation de l'incendie lorsqu'aucune autre solution n'est possible. Par ailleurs, un autre objectif important de l'utilisation contrôlée et « habile » du feu est de former des équipes et de tester les exercices et les tactiques anti-incendie dans des conditions de comportement du feu modérées-légères. Les expériences de feu prescrit en Sardaigne mettent en relief la capacité opérationnelle des petites équipes expérimentées, munies d'équipements limités (chalumeau, soufflerie, outils pour attaque directe), au cours des opérations du feu prescrit, en vue de réduire la masse de combustible, et au cours des feux tactiques en vue de contraster l'expansion de l'incendie. L'objectif de cette recherche est de présenter l'expérience du feu prescrit menée sur trois différents sites (Nuoro, Bolotana, Orani), dans la zone centrale de Sardaigne (Italie), du 13 au 30 juin 2011. Les caractéristiques du combustible et l'humidité, les conditions climatiques et quelques variables de comportement de l'incendie ont été surveillées et collectées pour caractériser les expériences. Enfin, les effets potentiels de l'utilisation contrôlée du feu sur le comportement des incendies ont été évalués avec FARSITE (Finney, 2004).

FBR.42 - A method to estimate the ignition characteristics of forest litter

Leutner C., Schunk C., Leuchner M., Menzel A.

Chair of Ecoclimatology, Technische Universität München, Hans-Carl-von-Carlowitz Platz 2, 85354 Freising, Germany

clemens.leutner@mytum.de, schunk@wzw.tum.de, leuchner@wzw.tum.de, amenzel@wzw.tum.de

The start of almost every wildland fire is located in the litter or ground vegetation layer. Therefore it is necessary to know their ignition and combustion characteristics to predict fire risk as well as behaviour and development of already burning fires. As there are lots of different experiments described in the literature but no standards for such assessments we present an improved method of measuring ignition and combustion behaviour of forest litter dependent on moisture content and other parameters. Fuel moisture content, which is a complex function of fuel type, wetting and drying, is known as a crucial determinant of ignitability. Hence, the following experiments were conducted to examine its influence on the ignition delay time and combustion behaviour. As forest litters are very heterogeneous materials concerning morphology, fuel bed density and thickness etc. we classified them in different groups. For the angiosperm litter of European beech (*Fagus sylvatica* L.) and European oak (*Quercus robur* L.) we tested single leaves with known thickness, surface area and weight. The litter of conifer trees, Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), were tested with the number of individual needles that amounted to the respective mean weight of a single angiosperm leaf. Before burning the samples they were conditioned in a walk-in climate chamber until reaching the equilibrium moisture content. This allowed doing the experiments over a wide range (oven-dry to about 45% fuel moisture) of moisture contents. For the ignition experiments the samples were exposed to a radiation heat source under a pilot flame using an electric heating panel with a fused quartz glass surface. In contrast to the well known epiradiator experiments (circular, 10 cm diameter), the quadratic heater surface extended to 20x20 cm², thus covering all fuels completely and subjecting them to a highly homogenous heat flux. All experiments were video recorded to facilitate a precise determination of ignition and combustion time as well as maximum flame height. Results showed a meaningful correlation between ignition delay time and moisture content. Furthermore, tree species and fuel properties as well as the orientation of the leaves (upside up or down) to the heat source exerted considerable influence on ignition and combustion behaviour. The presented method allows comparing different tree species in respect to their ignition and combustion behaviour dependent on moisture content. On this basis it will be possible to refine the German fire danger rating systems with measured data of the main tree species.

Keywords: dead fine fuels, moisture content, ignition, ignition delay time, combustion, heating panel

L'inizio di quasi tutti gli incendi boschivi si localizza nella lettiera o allo strato di sottobosco. Pertanto, è necessario conoscere le loro caratteristiche d'innescio e combustione per prevenire il rischio d'incendi, nonché il comportamento e l'evoluzione d'incendi già in corso. Poiché ci sono tanti diversi esperimenti descritti in letteratura, ma nessuno standard per tali verifiche, presentiamo un metodo migliore per misurare l'ignizione e il comportamento di combustione della lettiera boschiva secondo il contenuto di umidità e di altri parametri. Si sa che il contenuto di umidità del combustibile, che è una funzione complessa del tipo di combustibile, di quanto sia bagnato o asciutto, è un fattore cruciale nell'infiammabilità. Quindi, sono stati effettuati i seguenti esperimenti per esaminare la sua influenza sul ritardo d'innescio e il comportamento della combustione. Poiché le lettieri boschive sono composte di materiali molto eterogenei legati alla morfologia, densità e spessore del letto di combustibile, ecc., li abbiamo classificati in diversi gruppi. Per la lettiera di angiosperma di faggio europeo (*Fagus sylvatica* L.) e di farnia (*Quercus robur* L.) abbiamo sperimentato foglie singole con spessore, area di superficie e peso noti. Le lettieri di alberi di conifere, abete rosso norvegese (*Picea abies* L. Karst.) e pino scozzese (*Pinus sylvestris* L.), sono state sperimentate con il numero di aghi individuali che corrispondevano al peso medio rispettivo di una singola foglia di angiosperma. Prima di bruciare i campioni sono stati condizionati in una camera climatica accessibile fino a raggiungere il contenuto d'umidità d'equilibrio. Ciò ha permesso di effettuare gli esperimenti su di un'ampia gamma (dall'essiccazione in forno a circa il 45% di umidità del combustibile) di contenuti di umidità. Per gli esperimenti con l'accensione i campioni sono stati esposti alla fonte di calore di radiazione sotto una fiamma pilota utilizzando un pannello elettrico di riscaldamento con una superficie di vetro di quarzo fuso. In contrasto con i ben noti esperimenti con l'epiradiatore (circolare, diametro di 10 cm), la superficie quadratica del riscaldatore si estendeva a 20x20 cm², coprendo così tutti i combustibili completamente ed esponendoli a un flusso di calore molto omogeneo. Tutti gli esperimenti sono stati video registrati per facilitare una determinazione precisa del tempo di accensione e combustione oltre che l'altezza massima della fiamma. I risultati hanno mostrato una correlazione significativa fra il ritardo d'innescio e il contenuto di umidità. Inoltre, le specie arboree e le proprietà del combustibile insieme all'orientamento delle foglie (verso l'alto o verso il basso) verso la fonte di calore esercitava una notevole influenza

sull'accensione e il comportamento della combustione. Il metodo presentato permette di confrontare diverse specie arboree rispetto al loro innesco e comportamento di combustione secondo il contenuto di umidità. Su questa base sarà possibile perfezionare i sistemi tedeschi di classificazione del pericolo d'incendio con i dati rilevati per le principali specie di alberi.

Le début de presque tous les feux de broussailles se situe dans la litière ou sur la couche de végétation au sol. Par conséquent, il est nécessaire de connaître leurs caractéristiques d'inflammation et de combustion pour prévoir le risque d'incendie, ainsi que le comportement et le développement des incendies déjà déclarés. Puisqu'il existe bon nombre d'expériences différentes décrites dans la littérature, mais sans standards de ces évaluations, nous présentons une méthode améliorée de mesure du comportement de l'allumage et de la combustion de la litière forestière selon sa teneur en eau et autres paramètres. La teneur en eau du combustible, qui est une fonction complexe selon le type de combustible, humidifiant et séchant, est connue comme un déterminant capital d'inflammabilité. Par conséquent, les expériences suivantes ont été menées pour examiner son influence sur le temps de retard d'inflammation et le comportement de combustion. Puisque les litières forestières sont des matériaux très hétérogènes pour ce qui est de leur morphologie, la densité du lit de combustible, son épaisseur, etc., nous les classons en différents groupes. Pour la litière d'angiospermes du hêtre blanc (*Fagus sylvatica* L.) et du chêne pédonculé (*Quercus robur* L.), nous avons testé des feuilles simples dont l'épaisseur, la zone de surface et le poids sont connus. La litière des conifères – épicéa commun (*Picea abies* [L.] Karst.) et pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) - a été testée avec un nombre d'aiguilles individuelles qui correspondait au poids moyen correspondant d'une seule feuille d'angiosperme. Avant le brûlage des échantillons, ces derniers ont été conditionnés dans une chambre climatique normale jusqu'à ce qu'ils atteignent une teneur en eau équilibrée. Ceci permet de faire des expériences sur une vaste gamme (du sec absolu jusqu'à 45% environ d'humidité du combustible) de teneurs en eau. Pour les expériences d'inflammation, les échantillons ont été exposés à une source de chaleur par rayonnement sous une flamme pilote en utilisant un panneau chauffant électrique avec une surface en silice fondue. Contrairement aux expériences d'épiradiateurs bien connues (circulaire, 10 cm de diamètre), la surface chauffante quadratique s'étendait sur 20x20 cm², couvrant ainsi totalement les combustibles et les soumettant à un flux de chaleur fortement homogène. Toutes les expériences ont été enregistrées par une caméra pour faciliter une détermination exacte du temps d'inflammation et de combustion, ainsi que la hauteur de flamme maximum. Les résultats ont présenté une corrélation importante entre le temps de retard d'inflammation et la teneur en eau. De plus, les propriétés de trois espèces et du combustible, ainsi que l'orientation des feuilles (endroit ou envers) vis-à-vis de la source de chaleur ont eu une influence considérable sur le comportement de l'inflammation et de la combustion. La méthode présentée permet de comparer les trois différentes espèces par rapport à leur comportement d'inflammation et de combustion selon leur teneur en eau. Sur cette base, il sera possible d'affiner les systèmes allemands d'évaluation des risques d'incendie avec les données mesurées des trois principales espèces.

FBR.43 - The 1983 Curraggia (Sardinia) wildfire. Analysis of an entrapment

Cabiddu S.¹, Congiu F.¹, Brigaglia S.², Muntoni G.², Usai L.¹, Lara G.¹

1. Corpo Forestale e di V.A. Regione Sardegna, Via Gennauara, Lanusei, Italy; 2. Corpo Forestale e di V.A. Regione Sardegna, Via Kennedy, Tempio Pausania, Italy

scabiddu@regione.sardegna.it, leusai@regione.sardegna.it, fcongiu@regione.sardegna.it, glara@regione.sardegna.it, gmuntoni@regione.sardegna.it, sbrigaglia@regione.sardegna.it

The analysis and awareness of the complex processes associated with wildfires are indispensable conditions to monitor and forecast the different wildfires phases and to detect and eventually correct, in retrospect, the mistakes in the fire fighting. The dramatic wildfire of Curraggia, that affected the northern part of Sardinia and was ignited at the end of July 1983, represented the historical dividing line for the Sardinia Forest Service (CFVA) and, more widely, for the firefighting in Italy. After the Curraggia wildfire, that killed 9 people and injured several others, a regional law founded the CFVA and increased the Sardinian fire crews in both number and potential, together with a significant strengthening of the firefighting organization, in particular the aerial forces. 28 years have passed since the “shocking” summer of 1983, during which Sardinia was devastated by wildfires. The Curraggia wildfire affected an area of about 18,000 ha and burned with very extreme weather conditions. In the last years, in Sardinia both environmental and socio-economic conditions are clearly changed with respect to 1983, with a large increase of WUIs and RUIs, in particular along the coast, and with a marked reduction of fuel management activities in forests and rural areas. Are we able nowadays to stop potential extreme wildfires like the Curraggia fire, considering these new environmental and socio-economic conditions? What could be main limitations and critical points for the fire crews in the future? The goals of this work are a) to give a contribution to the analysis of the historical wildfires with extreme fire behavior, like the Curraggia wildfire, considering experience and knowledge of the CFVA in this topic, in order to share these information with other fire crews, people involved in wildfires and the scientific community; b) to give cue for reflection about the wildfires problem that, considering climate change, land use changes and land abandonment, socio-economic changes, is becoming more and more concerning in the last years.

Keywords: extreme fires, fire behaviour analysis, fire fight.

L'analisi e la comprensione dei complessi meccanismi legati agli incendi boschivi rappresentano un presupposto fondamentale per il monitoraggio e la previsione delle diverse fasi di un evento e per individuare e correggere, a posteriori, gli eventuali errori commessi nelle operazioni di lotta. Il drammatico incendio di Curraggia, che ha interessato la parte settentrionale della Sardegna e che si è verificato nel Luglio del 1983, ha rappresentato lo spartiacque nella storia del Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale (CFVA) della Regione Sardegna e nella lotta agli incendi boschivi in Italia. Immediatamente dopo l'incendio di Curraggia, che ha causato 9 morti e diversi feriti, è stata varata una legge regionale che ha istituito il CFVA e ha incrementato numericamente e qualitativamente le squadre forestali, con un significativo potenziamento dell'apparato di lotta, in particolare quella aerea. Sono passati 28 anni da quella terribile estate del 1983, nella quale tutta la Sardegna era stata devastata dagli incendi. L'incendio di Curraggia ha interessato una superficie di circa 18,000 ha e si è propagato in concomitanza di una situazione meteorologica eccezionale. Negli ultimi anni, in Sardegna le condizioni ambientali e socio-economiche sono nettamente cambiate rispetto al 1983, con un forte incremento di WUI e RUI, in particolare lungo le coste, accompagnato da una netta riduzione delle attività di gestione del combustibile nelle aree rurali e forestali. Siamo ai giorni d'oggi in grado di bloccare potenziali incendi estremi come quello di Curraggia, considerando le nuove condizioni ambientali ed economiche? Quali potrebbero essere i principali limiti e quali criticità ci saranno per le squadre di lotta nel prossimo futuro? Gli obiettivi di questo lavoro sono: a) fornire un contributo all'analisi di un incendio storico con comportamento estremo, quale quello di Curraggia, alla luce delle nuove esperienze e conoscenze del CFVA su questo argomento, finalizzato alla condivisione delle stesse esperienze con il personale del CFVA, con gli addetti ai lavori e con il mondo scientifico; b) offrire degli spunti di riflessione su una tematica che, considerati i cambiamenti climatici, i cambiamenti di uso del suolo e l'abbandono dei terreni agricoli, i cambiamenti socio-economici, sta diventando sempre più preoccupante negli ultimi anni.

L'analyse et la prise de conscience des processus complexes associés aux incendies sont des conditions indispensables pour la surveillance et la prévision des différentes phases de l'incendie, ainsi que pour la détection et éventuellement la correction, rétrospective, des erreurs au cours de la lutte contre les incendies. L'incendie dramatique de Curraggia, qui a concerné la partie nord de la Sardaigne et a débuté fin juillet 1983, est une ligne historique nette pour le Service des forêts de la Sardaigne



(CFVA) et plus encore pour les pompiers en Italie. Après l'incendie de Curraggia, qui a tué 9 personnes et blessé plusieurs autres, une loi régionale a créé le CFVA et augmenté les équipes de pompiers en Sardaigne, aussi bien au niveau du nombre et que du potentiel, tout en renforçant significativement l'organisation de lutte contre l'incendie, en particulier les forces aériennes. Vingt-huit (28) ans sont passés depuis l'été « choquant » de 1983 au cours duquel la Sardaigne a été ravagée par des incendies. L'incendie de Curraggia a concerné une zone d'environ 18,000 ha et brûlé dans des conditions climatiques très extrêmes. Au cours des dernières années, les conditions environnementales et socio-économiques ont clairement changé si on les compare à celles de 1983, avec une grande croissance de WUI et RUI, en particulier le long de la côte, et avec une réduction marquée des activités de gestion du combustible dans les forêts et les zones rurales. Sommes-nous capables aujourd'hui d'arrêter les incendies extrêmes comme celui de Curraggia en prenant en compte ces nouvelles conditions environnementales et socio-économiques ? Quels peuvent être les limitations majeures et les points critiques pour les pompiers dans le futur ? Cette étude vise à : a) offrir une contribution à l'analyse des incendies historiques avec un comportement d'incendie extrême, comme celui de Curraggia, en considérant l'expérience et la connaissance du CFVA dans ce domaine, afin de partager ces informations avec d'autres pompiers, les personnes impliquées dans la lutte contre les incendies et la communauté scientifique; b) donner matière à réfléchir sur le problème des incendies qui, considérant le changement climatique, les changements d'utilisation du sol et l'abandon des terres, les changements socio-économiques, devient de plus en plus aigu ces dernières années.

FBR.44 - Mathematical modelling of a peat layer drying

Filkov A.I., Grishin A.M., Gladky D.A.

Tomsk State University, 36, Lenin av., Tomsk, 634050, Russia

Filkov@mail.tsu.ru

A one-temperature mathematical model for drying of a peat layer is proposed in the work. Peat is considered to be a multiphase media consisting of a dry organic substance, free and bound water, and gas phase. The iterated-interpolation method is used to solve numerically the mathematical model. The volume fraction of water, gas phase, and temperature of a peat layer versus time were obtained. It was investigated the influence of initial volume fraction content on the drying rate of a peat layer.

Keywords: *multiphase model, drying, peat layer*

In questa relazione si propone un modello matematico a temperatura unica per l'essiccazione di uno strato di torba. La torba è considerata un mezzo multifase che consiste in una sostanza organica secca, acqua libera e trattenuta e una fase gassosa. Per risolvere numericamente il modello matematico si utilizza il metodo dell'interpolazione reiterata. Si è calcolato la frazione di volume d'acqua, fase gassosa e temperatura di uno strato di torba rispetto al tempo. Si è analizzata l'influenza del contenuto iniziale della frazione di volume sul tasso di essiccazione di uno strato di torba.

Un modèle mathématique à température unique pour le séchage d'une couche de tourbe est proposé dans cette étude. La tourbe est considérée comme un média multiphasé constitué d'une substance organique sèche, d'eau libre et liée, et d'une phase gazeuse. La méthode d'interpolation itérée est utilisée pour résoudre numériquement le modèle mathématique. Nous avons ainsi obtenu la fraction de volume d'eau, la phase gazeuse et la température d'une couche de tourbe par rapport au temps. La recherche s'est penchée sur l'influence du contenu de la fraction de volume initial sur le taux de sécheresse d'une couche de tourbe.

FBR.45 - Different approaches for kinetic study of peat pyrolysis

Filkov A.I.¹, Sharypov O.V.¹, Kuznetsov V.T.¹, Novikov D.V.¹, Leroy V.², Cancellieri D.², Leoni E.², Simeoni A.³, Rein G.⁴

1. Tomsk State University, 36, Lenin av., Tomsk, 634050, Russia, 2. SPE - UMR CNRS 6134, University of Corsica, Corte, France, 3. Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA, USA, 4. BRE Centre for Fire Safety Engineering, University of Edinburgh, Edinburgh, UK

Filkov@mail.tsu.ru

This work presents the thermokinetic constants determination of the pyrolysis process for different kinds of peat using two independent invers methods. The first for isothermal conditions, experimental data was obtained by Humidy Analyser AND MX-50®. And the second for nonisothermal conditions, experimental data was obtained by Pyris® I TGA Perkin Elmer®.

Keywords: *thermokinetic constants, invers methods, isothermal and nonisothermal conditions*

Questo lavoro presenta la determinazione delle costanti termocinetiche del processo di pirolisi per i diversi tipi di torba utilizzando due metodi inversi indipendenti. Nel primo per le condizioni isoterme, i dati sperimentali si sono ricavati mediante l'Analizzatore di Umidità AND MX-50®. E nel secondo per le condizioni non-isoterme, si sono ricavati i dati sperimentali grazie al Pyris® I TGA Perkin Elmer®.

Cet article présente la détermination des constantes thermocinétiques du processus de pyrolyse pour différents types de tourbe en utilisant deux méthodes contraires indépendantes. Pour la première concernant les conditions isothermiques, les données expérimentales ont été obtenues à l'aide d'un Humidy Analyser AND MX-50®. Pour la deuxième qui s'occupe des conditions non isothermiques, les données expérimentales ont été obtenues à partir d'un Pyris® I TGA Perkin Elmer®.

FBR.46 - The potential of remote sensing measurements of canopy reflectance for the evaluation of fuel moisture content and fire hazard mapping

Maffei C., Menenti M.

Delft University of Technology, Kluyverweg 1, 2629 HS Delft, The Netherlands

c.maffei@tudelft.nl, m.menenti@tudelft.nl

Forest fires are one of the major environmental threats in Mediterranean Europe. The high population densities in the area usually allow for timely spontaneous warnings from civilians; moreover, the European Parliament has clearly underlined the role of prevention over damage reparation activities. For these reasons, modern prevention tools are needed by local authorities to forecast fire danger, allowing a sound allocation of intervention resources. Various factors contribute to the quantification of fire hazard, and among them vegetation moisture is the one that dictates vegetation susceptibility to fire ignition and propagation. Many authors have demonstrated the role of remote sensing in the assessment of vegetation equivalent water thickness (EWT), which is defined as the weight of leaf liquid water per unit of leaf surface. However, fire models rely on the fuel moisture content (FMC) as a measure of vegetation moisture. FMC is defined as the ratio of the weight of the liquid water in a leaf over the weight of dry matter, and its retrieval from remote sensing measurements might be problematic, since it is worked out from two biophysical properties that independently affect vegetation reflectance spectrum. The aim of this research is to show the potential and limitations of the Moderate Resolution Imaging Spectrometer (MODIS) in retrieving FMC from top of the canopy reflectance. To this purpose, a dataset of synthetic canopy spectra has been constructed basing on two coupled radiative transfer models: PROSPECT to simulate leaf reflectance and transmittance as a function of leaf properties; SAILH to scale leaf optical properties to top of the canopy reflectance. The spectral space spanned by the seven "land" MODIS channels has then been inspected to understand their sensitivity to FMC, and a novel spectral index has been developed. Validation has been performed against LOPEX dataset. Our results show that in the spectral plain of MODIS channels 2 (0.86 μm) and 5 (1.24 μm) isolines of FMC can be identified, although patterns of FMC displacement depend on both water and dry matter contents. The observations allowed for the construction of a spectral index that is directly related to FMC. It appears that the proposed indicator is robust to all variable factors affecting canopy reflectance except leaf area index (LAI). The index explains most of the variability in FMC when LAI is large enough ($R^2=0.68$ when $\text{LAI}>2$; $R^2=0.89$ when $\text{LAI}>4$), while decreasing values of LAI enhance the effect of soil background on the observed relationship between the index and FMC, degrading it. When evaluated against data from the LOPEX dataset, scaled to canopy level using SAILH model, significant results are achieved as well ($R^2=0.56$ when $\text{LAI}>2$; $R^2=0.63$ when $\text{LAI}>4$).

Keywords: Remote sensing; Fuel moisture content (FMC); Fire hazard mapping; MODIS

Gli incendi forestali sono una delle peggiori minacce ambientali dell'Europa Mediterranea. Le alte densità di popolazione di solito permettono di ricevere avvertimenti tempestivi spontaneamente da parte di civili; inoltre, il Parlamento Europeo ha chiaramente sottolineato il ruolo della prevenzione rispetto alle attività di riparazione dei danni. Per queste ragioni, agli enti locali occorrono strumenti moderni di prevenzione per prevedere potenziali incendi, che permettano di assegnare efficacemente le risorse per i relativi interventi. Vari fattori contribuiscono alla quantificazione del pericolo d'incendio, e fra questi il tasso di umidità della vegetazione è quello che determina la sua suscettibilità all'accensione e propagazione del fuoco. Molti autori hanno dimostrato il ruolo del telerilevamento nella valutazione dello spessore equivalente d'acqua (EWT) della vegetazione, che si definisce come il peso dell'acqua in forma liquida nella foglia per unità di superficie fogliare. Tuttavia, i modelli di incendio si basano sul contenuto di umidità del combustibile (FMC) come unità di misura dell'umidità della vegetazione. L'FMC viene definito come il rapporto del peso dell'acqua in forma liquida in una foglia con il peso della materia secca, e la sua misurazione attraverso telerilevamenti potrebbe essere problematica, in quanto si ottiene mediante due proprietà biofisiche che incidono indipendentemente sullo spettro di riflettanza della vegetazione. Lo scopo di questa ricerca è dimostrare il potenziale e le limitazioni dello Spettrometro a Immagini a Media Risoluzione (MODIS) nell'ottenimento dell'FMC dalla parte superiore della riflettanza della chioma. A questo fine, è stato costruito un insieme di dati sugli spettri fogliari sintetici sulla base di due modelli accoppiati di trasferimento radiativo: PROSPECT per simulare la riflettanza fogliare e la trasmittanza come funzione delle proprietà fogliari; SAILH per scalare le proprietà ottiche fogliari nella parte superiore della riflettanza della chioma. Lo spazio spettrale coperto dai sette canali "terrestri" MODIS è stato poi controllato per comprendere la loro sensibilità all'FMC, ed è stato sviluppato un nuovo indice spettrale. È stata effettuata la validazione a fronte dell'insieme di dati LOPEX. I nostri risultati dimostrano che sul piano spettrale dei canali MODIS 2 (0.86 μm) e 5

(1.24 μm) isolinee di FMC si possono individuare, benché gli schemi di spostamento di FMC dipendano dai contenuti sia d'acqua sia di materia secca. Le osservazioni hanno permesso la costruzione di un indice spettrale che è direttamente correlato all'FMC. Sembra che l'indicatore proposto sia efficace per tutti i fattori variabili che incidono sulla riflettenza della chioma, tranne che per l'indice dell'area fogliare (LAI). L'indice spiega gran parte della variabilità nell'FMC quando il LAI è abbastanza ampio ($R^2=0.68$ quando $\text{LAI}>2$; $R^2=0.89$ quando $\text{LAI}>4$), mentre i valori decrescenti del LAI rafforzano l'effetto del fondo del suolo sulla relazione osservata fra l'indice e l'FMC, peggiorandolo. Quando si valuta a fronte dei dati del dataset LOPEX, scalati al livello di chioma utilizzando il modello SAILH, si raggiungono anche risultati significativi ($R^2=0.56$ quando $\text{LAI}>2$; $R^2=0.63$ quando $\text{LAI}>4$).

Les incendies de forêt sont l'une des menaces majeures en Europe méditerranéenne. Les fortes densités démographiques dans cette région permettent généralement l'avertissement spontané en temps utile de la population civile; le Parlement européen a clairement souligné le rôle de prévention pour les activités de réparation des dommages. Pour ces raisons, les pouvoirs locaux ont besoin d'outils de prévention modernes pour prévoir le risque d'incendie, permettant une allocation importante des ressources d'intervention. Divers facteurs contribuent à la quantification du risque d'incendie, parmi lesquels l'humidité de la végétation est celui qui dicte la susceptibilité de la végétation à l'inflammation et à la propagation de l'incendie. Plusieurs auteurs ont démontré le rôle de la télédétection dans l'évaluation de l'épaisseur d'eau équivalente dans la végétation (EWT), qui est définie comme le poids de l'eau liquide d'une feuille par unité de surface de feuille. Cependant, les modèles d'incendie reposent sur la teneur en eau du combustible (FMC) comme mesure de l'humidité de la végétation. Le FMC se définit comme le coefficient du poids d'eau liquide dans une feuille par rapport au poids de matières sèches, et son extraction des mesures de télédétection peut être problématique parce qu'il fonctionne à partir de deux propriétés biophysiques qui concernent indépendamment le spectre de réflexion de la végétation. L'objectif de cette recherche est de montrer le potentiel et les limites du spectromètre pour imagerie de résolution moyenne (MODIS) dans l'extraction du FMC au dessus du coefficient de réflexion de la canopée. À cet effet, un ensemble de données du spectre de canopée synthétique a été construit sur la base de deux modèles de transfert radiatifs couplés: PROSPECT pour la simulation du coefficient de réflexion de feuille et la transmission comme fonction des propriétés de la feuille; SAILH pour l'échelonnage des propriétés optiques de la feuille au dessus du coefficient de réflexion de la canopée. L'espace spectral s'étendant sur les sept bandes « terre » MODIS a ensuite été inspecté pour comprendre leur sensibilité au FMC et un nouvel indice spectral a été développé. La validation a été faite sur la base de l'ensemble des données LOPEX. Nos résultats ont montré que dans le plan spectral des canaux MODIS 2 (0.86 μm) et 5 (1.24 μm) les courbes d'isovaleur du FMC peuvent être identifiées, bien que les profils de déplacement de FMC dépendent du contenu de matières sèches et d'eau. Les observations ont permis de construire un indice spectral directement lié au FMC. Il semble que l'indicateur proposé tient tous les facteurs variables concernant la réflexion de la canopée, sauf l'indice de la surface de feuille (LAI). L'indice explique la grande variabilité dans le FMC lorsque LAI est suffisamment large ($R^2=0.68$ lorsque $\text{LAI}>2$; $R^2=0.89$ lorsque $\text{LAI}>4$), tandis que la diminution des valeurs de LAI augmente l'effet du fond du sol sur la relation observée entre l'indice et le FMC qui le dégrade. Après évaluation par rapport aux données de l'ensemble LOPEX, échelonné au niveau de la canopée en utilisant le modèle SAILH, l'on obtient également des résultats significatifs ($R^2=0.56$ lorsque $\text{LAI}>2$; $R^2=0.63$ lorsque $\text{LAI}>4$).

FBR.47 - The prediction of future forest fire occurrence using Canadian fire weather index (FWI) in Kangwon province, Korea

Park H.S.¹, Lee S.Y.², Kwon C.G.², Yun H.Y.¹

1. Department of bio and environmental science, Dongguk University, Pildong 3ga 26, Joong-Gu, Seoul, Republic of Korea; 2. Professional Graduate School of Disaster Prevention, Kangwon National University, Joongang-Ro.346, Samcheok-Si, Gangwon-Do, Republic of Korea

parkhs08@naver.com, LSY925@kangwon.ac.kr, kcg3338@kangwon.ac.kr, yunhy@dongguk.edu

FWI (Fire Weather Index) was a factor of CFFDRS (Canadian forest fire danger rating system) which was composed by a few of index like FWI, DC, DMC and etc. Each index was made by weather condition like temperature, humidity, wind speed and rainfall. For this reason, many researcher predicted forest fire occurrence probabilities in several country. In this study, we predicted the forest fire probabilities using model developed from FWI and GCMs (global circulation models) from CCIC (Korean climate change information center) Kangwon province experienced large forest fire in 1996, 2000, and 2005. In spring and fall, air was very dry and the wind was very fast because of the foehn event. In the results, FFMC had a relationship with forest fire occurrence during 1991-2010 in Kangwon region, Korea. But, DMC and DC did not. And we validated a FFMC in Korea. As the correlation coefficients between actual and calculated moisture from FFMC under various forest densities were very high, we would assume moisture contents in deciduous forest and apply FFMC in Kangwon province, Korea. And we analyzed actual forest fire occurrence in this region and FFMC during 1991-2010. When FFMC was 75-90, the probability of forest fire occurrence was very high like the result in Canada. After the examination of FFMC in this region, we predicted a FFMC under future climate condition using GCMs. In future, the forest fire season will be shorter than present condition because of the extension of the rainfall season. However, the intensity of dry season would be more than now. Therefore, under this dry condition, larger fire would easily occur. Especially, the probability of forest fire occurrence in spring was higher than present probability in spring. This result about prediction of forest fire danger rate would help to improve a Korean forest fire danger rating system and the result about future forest fire would help to prepare a long-term forest fire prevention policy for this area under future climate condition. This study was carried out with the support of Forest Science & Technology Projects (Project No. S210811L010130) provided by Korea Forest Service

Keywords: Climate change, Global warming, forest fire forecast, FWI

Il FWI (Fire Weather Index) è stato un fattore del CFFDRS (Sistema canadese di classificazione del rischio d'incendio boschivo), composto da alcuni indici quali l'FWI, DC, DMC ecc. Ciascun indice comprende le condizioni meteo come la temperatura, l'umidità, la velocità del vento e le precipitazioni. Quindi, molti ricercatori hanno previsto in diversi paesi la possibilità del verificarsi d'incendi boschivi. In questo studio, abbiamo previsto le probabilità d'incendi utilizzando il modello sviluppato dal FWI e GCM (modelli di circolazione globale) e dal CCIC (Centro Informativo Coreano sul cambiamento climatico). La provincia del Kanwon ha subito incendi boschivi estesi nel 1996, 2000 e 2005. In primavera e autunno l'aria era molto secca e il vento molto forte a causa del fenomeno del foehn. I risultati hanno mostrato, che esisteva una correlazione fra l'FFMC e il verificarsi d'incendi boschivi fra il 1991 e il 2010 nella regione del Kangwon, in Corea. Ma non con il DMC e il DC. E abbiamo validato un FFMC in Corea. Poiché i coefficienti di correlazione fra l'umidità reale e quella calcolata dall'FFMC in varie densità forestali erano molto alti, abbiamo desunto i contenuti di umidità nelle foreste decidue e applicato l'FFMC nella provincia di Kangwon, in Corea. E abbiamo analizzato l'effettiva incidenza d'incendi boschivi in questa regione e l'FFMC nel periodo 1991-2010. Quando l'FFMC risultava essere fra 75 e 90, la probabilità che si verificasse un incendio era molto alta, equivalente al risultato in Canada. Dopo l'esame dell'FFMC in questa regione, abbiamo previsto un FFMC in condizioni climatiche future utilizzando il GCM. In futuro, la stagione degli incendi boschivi sarà più breve rispetto a quella attuale a causa del prolungamento della stagione delle piogge. Tuttavia, la siccità nella stagione secca sarà più grave. Pertanto, in tali condizioni, potrebbero verificarsi facilmente incendi estesi. Soprattutto la probabilità che si verificassero incendi boschivi in primavera sarà maggiore di quella dell'attuale primavera. Questo risultato relativo alle previsioni del tasso di pericolo d'incendio aiuterà a migliorare il sistema di classificazione dello stesso in Corea e la previsione degli incendi servirà a predisporre una politica di prevenzione a lungo termine in questa zona.

Le FWI (Indice climatique d'incendie) est un facteur du CFFDRS (système d'évaluation du risque d'incendie de forêt canadien) composé d'un petit nombre d'indices tels que FXI, DC, DMC, etc. Chaque indice est sous-tendu par la condition



climatique, comme la température, l'humidité, la vitesse du vent et la pluie. Pour cette raison, plusieurs chercheurs ont fait des prévisions de probabilité d'apparition d'incendies dans plusieurs pays. Dans cette étude, nous avons fait des probabilités sur les incendies de forêt en utilisant le modèle développé à partir de FWI et le GCM (modèles de circulation globale) du CCIC (centre d'information du changement climatique coréen). La province de Kangwon a connu de grands incendies de forêt en 1996, 2000 et 2005. En automne et au printemps, l'air était très sec et le vent très rapide du fait du föhn. Dans les résultats, le FFMCI avait une relation avec l'apparition d'incendies en 1999-2010 dans la région de Kangwon, Corée. Mais tel n'était pas le cas avec DMC et DC. Nous avons alors validé un FFMCI en Corée. Les coefficients de corrélation entre l'humidité réelle et calculée à partir du FFMCI dans diverses densités de forêt étant très élevés; nous supposons les teneurs en eau dans la forêt à feuilles caduques et appliquerons le FFMCI dans la province de Kangwon, Corée. Nous avons analysé l'apparition réelle d'incendies dans cette région et le FFMCI en 1991-2010. Lorsque le FFMCI oscille entre 75-90, la probabilité d'apparition d'un incendie de forêt est très élevée comme au Canada. Après l'examen du FFMCI dans cette région, nous avons prédit un FFMCI dans une condition climatique future en utilisant les GCM. Dans le futur, la saison d'incendie sera plus courte que dans la condition actuelle du fait de l'extension de la saison des pluies. Cependant, l'intensité de la saison sèche sera plus forte qu'actuellement. Par conséquent, dans une condition climatique sèche, un incendie plus grand peut facilement avoir lieu. Plus particulièrement, la probabilité de l'apparition d'un incendie au printemps sera plus élevée que la probabilité au printemps actuel. Ce résultat de la prévision du taux de risque d'incendie de forêt permettrait d'améliorer le système du régime de danger d'incendie coréen et le résultat d'incendie de forêt permettra de préparer une politique à long terme de prévention des incendies pour cette zone dans une condition climatique future.

FBR.48 - Fire risk and local communities

*Cicalò G.O.¹, Meloni B.², Tedesco N.², Cinus S.¹, Tola F.¹,
Carboni S.², Batteta E.², Podda A.²*

1. Regione Autonoma della Sardegna-Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale- Servizio Protezione Civile e Antincendio via Biasi 7, 09100 Cagliari; 2. Università degli studi di Cagliari – Dipartimento di Ricerche Economiche e Sociali, via Sant'Ignazio da Laconi, 78 - 09123 Cagliari, Italy

*gcicalo@regione.sardegna.it, bmeloni@unica.it, tedesco@unica.it, ftola@regione.sardegna.it, carbostefano@unica.it,
batteta@unica.it, podda@unica.it*

Within the European Italy-France Maritime Project “PROTERINA-C”, the Department of Social and Economic Research of the University of Cagliari (DRES) and the Sardinia Civil Protection carried out an interesting study with the aim to relate the fire risk with population behavior at local scale. On the basis of scientific results achieved by DRES in the research, the Sardinia Civil Protection will evaluate the best initiatives to be implemented in order to improve existing prevention activities and tools (e.g. Sardinia Guidelines for fire prevention, 2011, http://www.regione.sardegna.it/documenti/I_274_20110506084925.pdf). The evaluation will be carried out inside specific study areas, where an effective communication campaign for fire prevention will be tested. Scientific Analysis: The research started considering the existing state of art and the knowledge on this topic of the Institutions involved in fire fight, then focused on fire risk analysis, planning and integrated management. With the aim to investigate the relationship between fire and territory, an accurate database was created. This analysis allowed the characterization of homogeneous geographical areas. The analysis of the relationships among observed historical fires and landscape, cultural contexts that characterized the study areas, human influences on fires ignitions were carried out for each homogeneous area. By means of data collected, spatial and temporal dynamics of fire have been interpreted and explained. The study highlights the positive results obtained by the fire fight Institutions in extinguishing fires. In order to reduce fire number and size, not only fire fight strengthening, but mainly the prevention activities should be taken into account, through careful identification of causes and above all through an effective landscape policy management, as required by the new European Community guidelines, with the involvement of local Authorities and communities. Prevention Activities: It is necessary to improve general fire mitigation strategies, because at the present these strategies are based on fire fight, that usually plays the most important role. Conversely, it is necessary to focus on fire prevention as a goal that can be achieved especially through the involvement of local communities, in order to reduce the number of fires and to mitigate related damages, for example by reducing landscape vulnerability and by increasing the self-protection level of settlements, in particular for the coastal tourist structures. The fire mitigation activities, that are able to contrast the fire spread, as for example the removal of dry fuels and the realization of fuel-breaks and vegetation discontinuity, can be, if properly planned, a very useful tool in the Mediterranean area. In this context, from many years now the Sardinia Forest Service has been publishing and disseminating detailed booklets on fire prevention. Within the PROTERINA-C Project, a special campaign that aims to increase awareness of correct behaviors for people and stakeholders will be implemented in two study areas. Specific tools aimed to support fire prevention policies will be tested.

Keywords: fire prevention, Sardinia Forest Service, reduce fires number, prevention policies

Nell'ambito del Progetto Europeo Italia-Francia Marittimo Proterina-C, il Dipartimento di Ricerche Economiche e Sociali dell'Università di Cagliari (DRES), su incarico della Protezione Civile della Regione Sardegna ed in collaborazione con la stessa, ha effettuato un interessante studio con l'obiettivo di mettere in relazione il rischio incendi con la dimensione locale. Sulla base dei risultati della ricerca scientifica di questo studio, il servizio Protezione Civile e Antincendio Regionale valuterà quali sono le migliori iniziative da attuare per migliorare attività e strumenti di prevenzione (si vedano ad esempio le prescrizioni antincendio 2011, http://www.regione.sardegna.it/documenti/I_274_20110506084925.pdf). La valutazione sarà effettuata all'interno di specifiche aree pilota, in cui verrà testata una efficace campagna di comunicazione per la prevenzione degli incendi.

Analisi Scientifica: La ricerca è partita dall'analisi dello stato dell'arte e delle conoscenze sul tema da parte delle Istituzioni preposte in tema di lotta agli incendi, pianificazione e gestione integrata del rischio. Al fine di approfondire le relazioni fra incendi e territorio, è stata creata una banca dati accurata. Questa analisi ha permesso la caratterizzazione di aree geografiche omogenee. Le relazioni tra gli incendi osservati ed il territorio, i contesti storico culturali che hanno caratterizzato le aree

studio, l'influenza umana sulle insorgenze degli incendi sono state esaminate per ambiti territoriali omogenei. Grazie ai dati raccolti, sono state interpretate e spiegate le dinamiche spaziali e temporali degli incendi. Il lavoro di indagine evidenzia i risultati positivi ottenuti dalle Istituzioni impegnate nello spegnimento degli incendi. Al fine di ridurre numero e dimensione degli incendi, non deve essere tenuto in considerazione solamente il potenziamento dell'apparato di lotta, ma innanzitutto va promossa l'attività di prevenzione finalizzata a un'accurata individuazione delle cause e soprattutto attraverso politiche di gestione delle risorse territoriali, come richiesto dai nuovi indirizzi comunitari, e il coinvolgimento delle comunità e delle Autorità locali. Attività di Prevenzione: Nella lotta contro gli incendi è necessario migliorare le strategie generali di mitigazione del rischio, perché finora le strategie si sono basate soprattutto sulla lotta attiva, che svolge un ruolo molto importante. Al contrario, è necessario focalizzare l'attenzione sulla prevenzione degli incendi, che è un obiettivo che può essere conseguito solo attraverso il coinvolgimento delle comunità locali, sia al fine di ridurre il numero di incendi sia per la mitigazione dei danni da essi causati, ad esempio riducendo la vulnerabilità del territorio e aumentando il livello di auto-protezione degli insediamenti abitativi e soprattutto di quelli turistico ricettivi costieri. Le attività di mitigazione del rischio incendi, in grado di contrastare la propagazione degli incendi, mediante l'eliminazione dei combustibili secchi, e la realizzazione di fasce di discontinuità della vegetazione rappresentano, se adeguatamente pianificate, uno strumento utile per il conseguimento di questi obiettivi nell'area Mediterranea. In questo contesto il Servizio Forestale della Sardegna pubblica e diffonde nel territorio da diversi anni delle dettagliate Prescrizioni regionali antincendio. Nell'ambito del progetto Proterina-C, nelle aree pilota sarà attuata una specifica campagna di comunicazione che mirerà a introdurre comportamenti maggiormente consapevoli tra la popolazione. Saranno valutati ulteriori specifici strumenti di incentivazione per l'attuazione di politiche di prevenzione degli incendi.

Dans le cadre du Projet européen maritime Italie-France « PROTERINA-C », le Département de la recherche économique et sociale de l'université de Cagliari (DRES) et le Service de la protection civile en Sardaigne ont mené une étude intéressante dans le but de lier le risque d'incendie au comportement de la population à l'échelle locale. Sur la base de résultats scientifiques obtenus par le DRES dans la recherche, le Service de la protection civile en Sardaigne évaluera les meilleures initiatives à mettre en œuvre pour l'amélioration des activités et des outils de prévention existants (par ex.: directives de la Sardaigne pour la prévention des incendies, 2011, http://www.regione.sardegna.it/documenti/I_274_20110506084925.pdf). L'évaluation sera menée dans les zones d'étude spécifiques, dans lesquelles une campagne de communication effective de prévention des incendies sera évaluée. Analyse scientifique: la recherche a commencé par examiner l'état actuel et les connaissances sur la question des institutions impliquées dans la lutte contre l'incendie, avant de se concentrer sur l'analyse, la planification et la gestion intégrée du risque d'incendie. Une base de données précise a été créée dans le but de rechercher la relation entre l'incendie et le territoire. Cette analyse a permis de caractériser les zones géographiques homogènes. L'analyse des relations entre les incendies historiques observés et le paysage, les contextes culturels qui ont caractérisé les zones étudiées, les influences humaines sur les inflammations des feux ont été examinés pour chaque zone homogène. Au moyen des données collectées, la dynamique spatiale et temporelle de l'incendie a été interprétée et expliquée. L'étude met en relief les résultats positifs obtenus par les institutions de lutte contre les incendies dans l'extinction des incendies. Pour réduire le nombre et la taille des incendies, il faut prendre en compte non seulement le renforcement de la lutte contre l'incendie, mais aussi les activités de prévention par le biais de l'identification soignée des causes et par-dessus tout à travers une gestion de la politique de paysage, comme le requièrent les nouvelles instructions de la Communauté européenne, avec la participation des autorités et communautés locales. Activités de prévention: il est nécessaire d'améliorer les stratégies générales de mitigation des incendies parce qu'aujourd'hui ces stratégies sont basées sur la lutte contre l'incendie qui joue habituellement le rôle le plus important. Inversement, il est nécessaire de concentrer la recherche sur la prévention d'incendie qui peut se faire notamment par le biais de l'implication des communautés locales afin de réduire le nombre d'incendies et mitiger les dommages qui leur sont associés. Par exemple, en réduisant la vulnérabilité du paysage et l'augmentation du niveau d'autoprotection des territoires en particulier pour les équipements touristiques côtiers. Les activités de mitigation d'incendie pouvant entraver l'expansion des incendies, notamment le retrait des combustibles secs et la réalisation de pare-feu et la discontinuité de la végétation, peuvent constituer un outil très utile dans la région méditerranéenne lorsqu'elles sont planifiées. Dans ce contexte, depuis plusieurs années, le Service des forêts de la Sardaigne a publié et diffusé des livrets détaillés sur la prévention des incendies. Dans le cadre du Projet PROTERINA-C, une campagne spéciale visant l'augmentation de la prise de conscience des bons comportements des personnes et des parties intéressées sera lancée dans deux zones d'étude. Elle permettra d'évaluer les outils spécifiques d'appui aux politiques de prévention des incendies.

FBR.49 - Pilot projects in Sardinia's test areas - the case of Siligo (SS)

Capece P.¹, Mannu G.¹, Bianco G.¹, Urgeghe G.²

1. ARPAS, Dip. Spec. Reg. Idrometeorologico, v. P. Torres 119, 07100 Sassari; 2. Comune di Siligo, Ufficio tecnico, Via Vittorio Emanuele 32, 07040, Siligo (SS)

pcapece@arpa.sardegna.it

Phase 6 of Proterina C requires ARPAS to set up a series of pilot projects in specific test areas, designed to identify sustainable practices and proper measures aimed at the mitigation of the effects of climate variability on crop yields and on hydro-geological risks. In this poster we present the case of Siligo, a site selected by ARPAS for the present investigation. In Siligo the local municipality is very aware of the risk of fires, its 40 square-kilometres area having being hit by a large number of interface fires in the last few years. The collaboration with the local authorities has made it possible to carry out a study concerning an area of approximately 100 hectares in the territory of Monte Santo. Some of the ideas resulting from this study have also been implemented, such as the positioning of fire control devices.

Keywords: pilot projects, test areas, proterina C, phase 6, Siligo

La fase 6 del Progetto Proterina C prevede per ARPAS la definizione di pratiche sostenibili e la progettazione di interventi per la mitigazione degli effetti della variabilità delle condizioni climatiche sulla produzione agricola, la progettazione esecutiva degli interventi di mitigazione degli effetti della variabilità delle condizioni climatiche sul rischio idrogeologico, la definizione di linee guida per la progettazione di interventi sostenibili per la mitigazione degli effetti della variabilità delle condizioni climatiche sulle condizioni di rischio, andando a definire modelli di intervento della protezione civile da adottare a scala comunale o intercomunale. Per ogni tipo di intervento sono state scelte con gli altri partner di Proterina C alcune aree test rappresentative dei diversi casi studio, sulle quali andare a proporre degli interventi pilota con il know how sviluppato nel progetto. Viene presentata la metodologia applicata all'area test di Siligo, scelta da ARPAS. Il comune di Siligo è particolarmente attento alla problematica degli incendi in quanto i 40 km² del territorio comunale sono stati caratterizzati negli anni da numerosi incendi di interfaccia. La collaborazione con l'ufficio tecnico del Comune di Siligo ha permesso di avviare la creazione di un laboratorio pilota e un progetto area test incendi su una superficie di circa 100 ettari nel territorio di Monte Santo, inoltre sono in fase di programmazione alcuni interventi operativi (es. posizionamento vasche antincendio).

La phase 6 de PROTERINA-C exige que l'ARPAS mette sur pied une série de projets pilotes dans des aires de test spécifiques, conçues pour identifier des pratiques durables et de bonnes mesures visant la mitigation des effets de la variabilité climatique sur les rendements des cultures et les risques hydrogéologiques. Dans cette présentation visuelle, nous présentons le cas de Siligo, un site sélectionné par ARPAS pour la présente recherche. À Siligo, la municipalité locale est très avertie du risque d'incendie, ses 40 kilomètres carrés ayant été frappés par un grand nombre d'incendies d'interface durant ces dernières années. La collaboration avec les autorités locales a rendu possible l'étude de la zone sur environ 100 ha dans la zone de Monte Santo. Certains des résultats de cette étude ont également été mis en œuvre, notamment le positionnement des appareils de contrôle des incendies.

FBR.50 - A stochastic Forest Fire Model for fire regime analysis

D'Andrea M.¹, Fiorucci P.¹, Holmes T.², Wotton M.³

1. CIMA Research Foundation. International Centre on Environmental Monitoring, via A. Magliotto 2, 17100 Savona, Italy, 2. Forestry Sciences Lab, Southern Research Station, USDA Forest Service, Research Triangle Park, NC, USA; 3. Great Lakes Forestry Centre, 1219 Queen Street East Sault Ste. Marie, Ontario, Canada

paolo.fiorucci@cimafoundation.org, tholmes@fs.fed.us, mike.wotton@utoronto.ca

Landscapes are dynamic systems that reflect the complex interplay of many factors including climate, natural disturbance, natural succession, economic development and public policy. Public planning efforts directed at providing the best mix of social benefits derived from complex landscapes requires an understanding of the key factors driving landscape change and how economic and ecological factors interact over time and space. Forecasts of anticipated future conditions required for landscape planning and public policy will improve as scientists come to understand the slow variables that constrain fast ecological and economic processes. Within the context of wildfires and land use planning, species change and fuel accumulation resulting from fire suppression, climate change, and landscape homogenization are slow moving processes that influence the occurrence of wildfires. Public planning efforts designed to protect the public from the undesirable consequences of wildfires would benefit from a better understanding of the feedback between slow and fast processes at a landscape scale. Forest fire regimes are generally characterized by a large number of low-intensity events and a small number of catastrophic events. Size-frequency models for these types of disturbances can be represented by heavy-tailed distributions, that is, distributions for which unusual events occur more often than generally anticipated. Among the heavy-tailed distributions, the power-law distribution is one of the most frequently used for the statistical characterization of wildfire regimes. Many forest fire regimes, in different forest types and regions, exhibit power law frequency-area distributions. The standard Drossel-Schwabl cellular automata Forest Fire Model (DS-FFM) produces simulations that reproduce this observed pattern. Although there is no local heterogeneity governing the behavior of the system, large-scale patterns are created from purely local interactions. The power-law spatial pattern that results from many iterations of this model depends on a separation of time scales: fire spread is a fast process, forest growth is a slow process, and the rate of ignition is a very slow process. The standard model is simplistic in that it considers land cover to be binary – each cell either contains a tree or it is empty – and the model overestimates the frequency of large fires relative to actual landscapes. The model proposed in the present work, called Modified Forest Fire Model (MFFM) addresses these limitations by incorporating information on actual land use and differentiating among various types of flammable vegetation. Different case studies relevant to the Mediterranean ecosystem (Liguria and Sardinia), the Boreal Forest (Ontario) and the sub-tropical ecosystem (Florida) show some interesting preliminary results about the capacity of the model to identify the main features of different fire regimes.

Keywords: Forest Fire Model, Fire regime, natural disturbance

Il paesaggio è un sistema dinamico che riflette la complessa interazione di molti fattori tra cui il clima, i disturbi naturali, la successione naturale, lo sviluppo economico e le politiche pubbliche. La pianificazione del territorio finalizzata a fornire la migliore combinazione di benefici sociali derivanti da paesaggi complessi richiede la comprensione dei fattori chiave che guidano il cambiamento del paesaggio e di come i fattori economici ed ecologici interagiscono nel tempo e nello spazio. La previsione degli impatti della pianificazione e delle politiche pubbliche può essere migliorata quanto più la ricerca scientifica permetterà di comprendere come i processi caratterizzati da dinamiche lente sono in grado di influenzare rapidi processi ecologici ed economici. Nel contesto degli incendi boschivi e della pianificazione del territorio, il cambiamento della copertura vegetale del suolo e l'accumulo di combustibile derivante dallo spegnimento del fuoco, il cambiamento climatico, e l'omogeneizzazione del paesaggio contribuiscono ed influenzano fortemente il regime degli incendi boschivi. Il regime da incendio boschivo è generalmente caratterizzato da un elevato numero di eventi di bassa intensità e da un limitato numero di eventi catastrofici. Modelli di distribuzione del numero di eventi in relazione alla loro area bruciata possono essere descritti da distribuzioni di tipo heavy-tailed. Fra questo tipo di distribuzioni, la legge di potenza è una delle più comunemente utilizzate nella caratterizzazione statistica del regime da incendio. Molti differenti regimi da incendio boschivo, in diverse tipologie di foreste e aree del pianeta, mostrano che la distribuzione del numero di incendi per

area bruciata segue la legge di potenza. Il modello ad automi cellulari FFM sviluppato da Drossel-Schwabl produce simulazioni che riproducono questo tipo di distribuzione. Sebbene l'eterogeneità locale non governi il comportamento del sistema, i pattern omogenei a grande scala sono determinati da interazioni esclusivamente locali. I pattern che si ottengono dopo molte iterazioni del modello dipendono da processi caratterizzati da scale temporali differenti: la propagazione del fuoco che è un processo veloce, la ricrescita successiva della vegetazione che è un processo lento, e l'accensione del fuoco che è un processo istantaneo. Il modello FFM standard è estremamente semplicistico in quanto considera la copertura del suolo come una variabile binaria, ogni cella può essere vegetata o non vegetata. Tale semplificazione determina una sovrastima della frequenza di accadimento di grandi eventi se applicato a casi di studio reali. Il modello proposto nel presente lavoro, chiamato FFM modificato (MFFM) affronta queste limitazioni, integrando le informazioni sull'uso del suolo reale e differenziando le probabilità di propagazione e di ricrescita per le differenti tipologie di vegetazione realmente presenti al suolo. Casi di studio differenti rilevanti per l'ecosistema del Mediterraneo (Liguria e Sardegna), la foresta boreale (Ontario) e l'ecosistema subtropicale (Florida) mostrano alcuni interessanti risultati preliminari circa la capacità del modello di identificare le principali caratteristiche dei diversi regimi da incendio boschivo.

Les paysages sont des systèmes dynamiques qui reflètent l'échange complexe de plusieurs facteurs, y compris le climat, les perturbations naturelles, la succession naturelle, le développement économique et la politique publique. Les efforts de planification publique visant à offrir la meilleure combinaison des avantages sociaux dérivés des paysages complexes nécessitent une compréhension des facteurs clés entraînant le changement de paysage et la façon dont les facteurs économiques et écologiques interagissent dans le temps et l'espace. Les prévisions des conditions futures anticipées nécessaires pour une planification du paysage et une politique publique amélioreront, et les experts l'ont compris, les variables lentes qui exigent des processus économiques et écologiques rapides. Dans le contexte des incendies et de la planification de l'utilisation du sol, le changement d'espèce et l'accumulation du combustible résultant de l'extinction de l'incendie, le changement climatique et l'homogénéisation du paysage constituent des processus lents qui influencent l'apparition des incendies. Les efforts de planification publique visant la protection du public des conséquences indésirables des incendies tireront profit d'une meilleure compréhension du feedback entre les processus lents et rapides à l'échelle d'un paysage. Les régimes d'incendies de forêt sont souvent caractérisés par un grand nombre d'événements à faible intensité et un petit nombre d'événements catastrophiques. Les modèles taille-fréquence pour ces types de perturbations peuvent être représentés par des distributions bien conçues, c'est-à-dire des distributions dans lesquelles les événements inhabituels ont lieu plus souvent qu'ils ne sont prévus. Parmi les distributions bien conçues, la distribution exponentielle est l'une des plus fréquemment utilisées pour la caractérisation statistique des régimes des incendies. Plusieurs régimes de forêt, dans différents types de forêts et de régions, présentent des distributions de zones-fréquence exponentielles. Le modèle d'incendie de forêt automate cellulaire Drossel-Schwabl standard (DS-FFM) produit des simulations qui reproduisent ce profil observé. Bien qu'il n'existe pas d'hétérogénéité locale régissant le comportement du système, des profils à grande échelle sont créés à partir d'interactions purement locales. Le profil spatial exponentiel résultant de plusieurs itérations de ce modèle dépend d'une séparation d'échelles de temps: l'expansion de l'incendie est un processus rapide, la croissance des forêts est un processus lent, et le taux d'inflammation est un processus très lent. Le modèle standard est simpliste dans ce sens qu'il considère la couverture du sol comme étant binaire – chaque cellule contient un arbre ou est vide – et le modèle surestime la fréquence de grands incendies liés aux paysages réels. Le modèle proposé dans le présent article, appelé modèle d'incendie de forêt modifié (MFFM), traite ces limitations en intégrant les informations sur l'utilisation réelle du sol et en différenciant les types de végétation inflammable. Des cas d'étude différents concernant l'écosystème méditerranéen (Ligurie et Sardaigne), la forêt boréale (Ontario) et l'écosystème sous-tropical (Floride) présentent des résultats préliminaires intéressants sur la capacité de ce modèle à identifier les principales fonctions des différents régimes d'incendie.

FBR.51 - Ten years fire observations from space: trends and anomalies of African fires

Palumbo I., Gregoire G.M., Clerici M., Pekel J.F.

*European Commission - Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability, Via Fermi, TP 440, I-21027
Ispira (VA) ITALY*

ilaria.palumbo@jrc.ec.europa.eu; jean-marie.gregoire@jrc.ec.europa.eu; marco.clerici@jrc.ec.europa.eu; jean-francois.pekel@jrc.ec.europa.eu

Fire is an important factor in the ecology of African ecosystems but also a common practice used in many human activities. In Africa fire occurs regularly and affects on average 2.5×10^6 km² every year. Although for many ecosystems fire is an essential natural component most of the burnings occurring in Africa are associated with anthropogenic activities like agriculture, farming and hunting, to mention a few. These activities are carried out regularly and their timing is reflected in the fire patterns. Monitoring fire over time is therefore important to understand the natural and anthropogenic dynamics associated with it and identify possible changes. Recently long time series of data on fire have been made available from satellite observations. These large datasets allow, for the first time, to study the relations between the fire activity and the land cover/land cover change and climate. Although we will need longer time series to draw conclusions on the effects of climate and climate change on the fire patterns. The objective of this study is to assess the evolution of fires over time and space. We use ten years observations from MODIS to determine fire annual cycles and identify areas of change or anomaly during the ten years. Our analysis is based on the MODIS active fire product and covers the period 2002-2011. For each year we determine the cumulative fire pixels by month over a 1x1 degree grid cell and derive their interannual variability. We also determine, annually, the fire activity duration and when its maximum is reached to relate this with rainfall data (FEWSNET database) during the same time frame (2002-2011). This study improves the current understanding of fire dynamics and their temporal and spatial evolution. Additionally our findings contribute to the research on land cover change and natural resources in Africa.

Keywords: Africa, active fires, fire occurrence, time series analysis, satellite

Gli incendi sono un elemento importante nell'ecologia degli ecosistemi africani ma sono altresì una pratica comune adottata in molte attività dell'uomo. In Africa gli incendi rappresentano un evento regolare che colpisce in media $2,5 \times 10^6$ km² ogni anno. Benché per molti ecosistemi gli incendi siano una componente naturale fondamentale, la maggior parte di quelli che si verificano in Africa sono associati ad attività antropogeniche come l'agricoltura, l'allevamento e la caccia, per citarne solo alcune. Tali attività vengono eseguite regolarmente e i loro calendari si riflettono nello scandirsi degli incendi. Pertanto, controllare gli incendi nel corso del tempo è importante per comprendere la dinamica naturale e antropogenica a essi associata e introdurre possibili cambiamenti. Recentemente è stata messa a disposizione una serie di dati sugli incendi risalenti a molto tempo fa, grazie alle osservazioni satellitari. Questo enorme insieme di dati, per la prima volta, permette di studiare le relazioni fra l'attività degli incendi e l'uso del suolo/i cambiamenti nella copertura del suolo e il clima. Benché abbiamo bisogno di dati di maggiore durata per poter trarre delle conclusioni sugli effetti del clima e dei cambiamenti climatici sui modelli di comportamento degli incendi, l'obiettivo di questo studio è di valutare l'evoluzione degli incendi nel corso del tempo e nello spazio. Per determinare i cicli annuali degli incendi e individuare le aree di cambiamento o di anomalia nel relativo periodo, utilizziamo le osservazioni del MODIS nell'arco di dieci anni. La nostra analisi si basa sul prodotto dell'incendio attivo del MODIS e copre il periodo 2002-2011. Per ogni anno determiniamo i pixel cumulativi dell'incendio mensilmente in una cella di una griglia graduata 1x1 e ne ricaviamo la variabilità fra gli anni. Determiniamo inoltre, su base annuale, la durata dell'attività incendiaria e quando si raggiunge il massimo per fare un collegamento con i dati sulle precipitazioni (database FEWSNET) durante lo stesso periodo di tempo (2002-2011). Questo studio migliora le attuali conoscenze sulla dinamica degli incendi e la loro evoluzione temporale e spaziale. Inoltre, i nostri risultati contribuiscono alla ricerca sui cambiamenti della copertura terrestre e le risorse naturali in Africa.

L'incendie est un facteur important dans l'écologie des écosystèmes africains, mais également une pratique ordinaire utilisée dans plusieurs activités humaines. En Afrique, l'incendie se produit régulièrement et concerne en moyenne

$2,5 \times 10^6$ km² chaque année. Bien que pour plusieurs écosystèmes, l'incendie est une composante naturelle essentielle, la plupart des brûlages qui ont lieu en Afrique sont associés aux activités anthropogéniques, telles que l'agriculture, les cultures agricoles et la chasse, pour ne citer que celles-là. Ces activités sont menées régulièrement et leur rythme est reflété dans les profils d'incendie. La surveillance de l'incendie dans le temps est par conséquent importante pour la compréhension de la dynamique naturelle et anthropogénique qui lui est associée et l'identification de possibles changements. Récemment, une longue série de données sur l'incendie ont été rendues disponibles à partir des observations par satellite. Ces grands ensembles de données permettent, pour la première fois, d'étudier les relations qui existent entre l'activité d'incendie et la couverture terrestre ou son changement, et le climat. Cependant, nous aurons besoin de plus de temps pour tirer des conclusions sur les conséquences du climat et du changement climatique sur les profils d'incendie. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'évolution des incendies dans le temps et dans l'espace. Nous utilisons les observations sur une période de dix ans de MODIS pour déterminer les cycles annuels et identifier les zones de changement ou d'anomalie pendant les dix années. Notre analyse est basée sur le produit d'incendie actif MODIS et couvre la période de 2002-2011. Pour chaque année, nous avons déterminé les pixels d'incendie cumulatifs par mois sur une cellule grille de 1x1 degré et nous avons dérivé leur variabilité interannuelle. Nous avons déterminé également la durée annuelle de l'activité d'incendie et le moment auquel son maximum est atteint afin de le lier aux données des précipitations (base de données FEWSNET) de la même période (2002-2011). Cette étude améliore la compréhension actuelle de la dynamique d'incendie et son évolution spatio-temporelle. Par ailleurs, nos résultats contribuent à la recherche sur le changement de la couverture terrestre et des ressources naturelles en Afrique.

FBR.52 - Controlled vegetation fires as a means to adapted intensification of land use in tropic and sub-tropic ecosystems: Case of Benin (Western Africa)

Teka O, Houessou L., Oumorou M., Sinsin B.

Laboratory of Applied Ecology, University of Abomey-Calavi, Republic of Benin, BP 1967 Abomey-Calavi, Benin

tekaos@yahoo.fr, houeslaur@yahoo.fr, moumorou@yahoo.fr, bsinsin@gmail.com

The land use system in sub-Saharan Africa is characterized by numerous problems which reemerge in conflicts including the management of very different interfering forms of land use like transhumance and slash and burn cultivation. At the same time, increasing numbers of people have to be fed on smaller areas of land due to the rapid human population growth. Therefore, intensification of land use occurs in many places, leading to overexploitation and its associated negative effects, which increase the process of land degradation. The central task of land management under these conditions consists in investigating and applying the possibilities for adapted intensification of land use. Fire is a very important form of increasing the grassland productivity that has been tested as a planning tool. This paper investigated the social acceptability, technical feasibility, economical profitability and ecological effects of controlled fires in two agro-ecological zones of Benin in western Africa. The objectives were: (i) to test the effects of various controlled fires on the grassland's productivity and quality; (ii) to make a comparative socio-economic analysis of the use of controlled fires and the establishment and utilization of artificial pastures. Socio-economic data were collected through surveys with small breeders, farmers, and managers of pilots' ranches of the "Projet de Développement de l'Élevage au Bénin". Three types of vegetation fires (early fires, late fires and out-of-season fires) were tested. The use of phytosociological and linear surveys results in the typology and determination of the pastures' pastoral values. Phytomass was harvested inside and outside protected plots. Pastures respond differently to various types of fires. Early fires significantly improve productivity with a coefficient of improvement of 18.2% in the Sudano-Guinean zone and 24.4% in the Guineo-Sudanian zone. Pasture productivities were low in response to both late and out-of-season fires in both Guineo-Sudanian and Sudano-Guinean zones. The coefficient of productivity reduction ranged from 10.0 to 20.1% for the late fire and 26.2 to 50.3% for the out-of-season fire. Both early and late fires improved the pastoral values in the two zones. The average values were 51.2% and 50.7% respectively for early and late fires. Conversely, the out-of-season fires decreased this value by a magnitude of 9%. Fires are used in Benin for economic, ritual and hygienic reasons. Their application on natural pastures is relatively more profitable than producing artificial pastures. Establishing and maintaining 1 hectare of artificial pasture requires 306.76 \$US/ha*year while managing a natural pasture by fire costs 11.43 \$US/ha in the first year and approximately 4.82 \$US in the last four years. Finally, managing natural pasture by fire is more profitable than producing an artificial pasture which requires investments that small breeders and farmers cannot afford with their limited resources. Controlled fires might improve the productivity of natural pastures and could be recommended in the current degradation context of natural pastures on a regional scale in dependence of climatic and edaphic conditions, and to implement this optimized form of fire usage in the agricultural land use of the developing countries.

Keywords: *Agro-ecological zone, Benin, controlled fires, ecological, socio-economic*

Il sistema d'uso del territorio nell'Africa sub-sahariana si distingue per i numerosi problemi che riemergono nei conflitti, compresa la gestione di forme molto diverse di uso del territorio che interferiscono fra loro, come la transumanza e la coltivazione intensiva. Allo stesso tempo, un numero sempre maggiore di persone deve essere alimentato in territori più circoscritti a causa della rapida crescita della popolazione. Pertanto, l'intensificazione dell'uso del territorio esiste in molti luoghi, determinando un eccessivo sfruttamento e i relativi effetti negativi, con l'aggravarsi del dissesto del territorio. Compito cruciale nella gestione del territorio in queste condizioni è quello di investigare e applicare le possibilità di utilizzare il territorio adattandone l'intensificazione. Gli incendi sono una forma molto importante per accrescere la produttività dei pascoli, che è stata sperimentata come strumento di pianificazione. Questa relazione ha approfondito gli aspetti di accettabilità sociale, fattibilità tecnica, redditività economica e gli effetti ecologici degli incendi controllati in due zone agro-ecologiche del Benin nell'Africa occidentale. Gli obiettivi erano: (i) sperimentare gli effetti di vari incendi controllati sulla produttività e qualità del pascolo; (ii) fare un'analisi socio-economica comparativa sull'uso degli incendi controllati e la creazione e utilizzo di

pascoli artificiali. Sono stati raccolti dei dati socio-economici attraverso dei sondaggi presso piccoli allevatori, coltivatori e conduttori di fattorie pilota del "Progetto di Sviluppo dell'Allevamento in Benin". Sono state eseguite prove con tre tipi di incendi di vegetazione (incendi all'inizio della stagione, alla fine e fuori stagione). L'uso di sondaggi fitosociologici e lineari è risultato nella tipologia e determinazione dei valori pastorali dei pascoli. La fitomassa è stata raccolta all'interno e all'esterno degli appezzamenti protetti. I pascoli rispondono in modo differente ai vari tipi di incendi. Gli incendi all'inizio della stagione migliorano notevolmente la produttività con un coefficiente di miglioramento del 18.2% nella zona Sudanese-guineana e del 24.4% nella zona Guineana-sudanese. Le produttività del pascolo erano basse in conseguenza agli incendi alla fine della stagione e fuori stagione, sia nella zona Guineana-sudanese che in quella Sudanese-Guineana. Il coefficiente di riduzione della produttività variava da 10.0 a 20.1% per gli incendi alla fine della stagione e da 26.2 a 50.3% per gli incendi fuori stagione. Sia gli incendi all'inizio della stagione che quelli alla fine hanno migliorato i valori pastorali nelle due zone. I valori medi erano 51.2% e 50.7% rispettivamente per gli incendi all'inizio e alla fine della stagione. Al contrario, gli incendi fuori stagione hanno ridotto questo valore di una grandezza del 9%. Nel Benin, gli incendi vengono utilizzati per ragioni di tipo economico, rituale e igienico. La loro applicazione ai pascoli naturali è relativamente più redditizia della produzione di pascoli artificiali. Creare e mantenere 1 ettaro di pascolo artificiale richiede una somma di 306.76 \$ USA/ha/anno, mentre gestire un pascolo naturale con gli incendi costa 11.43 \$ USA/ha nel primo anno e circa 4.82 \$ USA negli ultimi quattro anni. Infine, gestire i pascoli naturali utilizzando gli incendi è più redditizio che produrre un pascolo artificiale, che richiede investimenti che i piccoli allevatori e agricoltori non possono permettersi con le loro risorse limitate. Gli incendi controllati potrebbero migliorare la produttività dei pascoli naturali e potrebbero essere consigliati nell'attuale realtà di degrado dei pascoli naturali su scala regionale, a seconda delle condizioni climatiche e edafiche, adottando questa forma ottimizzata di uso degli incendi a scopo agricolo nei paesi in via di sviluppo.

Le système d'utilisation du sol en Afrique subsaharienne se caractérise par plusieurs problèmes qui re-émergent en conflits, notamment la gestion de formes extrêmement différentes d'utilisation du sol, comme la transhumance et la culture sur brûlis. En même temps, un nombre croissant de personnes doit être nourri sur des aires plus petites de terres du fait de la croissance démographique rapide. Par conséquent, l'intensification de l'utilisation du sol se fera à plusieurs endroits entraînant une surexploitation et ses effets négatifs, ce qui accélérera le processus de dégradation du sol. La tâche principale de la gestion du sol dans ces conditions consiste dans la recherche et l'application des possibilités d'une intensification adaptée de l'utilisation du sol. L'incendie est une forme très importante d'augmentation de la productivité de la prairie: il a été testé comme outil de planification. Cet article porte sur l'acceptabilité sociale, la faisabilité technique, la profitabilité économique et les effets écologiques des incendies contrôlés dans deux zones agroécologiques du Bénin, en Afrique de l'Ouest. Les objectifs sont les suivants: (i) tester les effets des divers incendies contrôlés sur la productivité et la qualité de la prairie; (ii) faire une analyse comparative socio-économique de l'utilisation des incendies contrôlés, ainsi que l'établissement et l'utilisation des pâtures artificielles. Les données socio-économiques ont été collectées grâce à des études sur des petits producteurs, agriculteurs et gestionnaires de ranch pilote du « Projet de développement de l'élevage au Bénin ». Trois types d'incendie de végétation (incendie précoce, tardif et hors saison) ont été testés. L'utilisation d'études linéaires et phytosociologiques a permis de dresser la typologie et de déterminer les valeurs pastorales des pâtures. La phytomasse a été récoltée dans et hors de lots protégés. Les pâtures ont réagi différemment aux divers types d'incendie. Les incendies précoces ont considérablement amélioré la productivité avec un coefficient d'amélioration de 18.2% dans la zone soudano-guinéenne et 24.4% dans la zone guinéo-soudanaise. Les productivités des pâtures ont répondu faiblement aux incendies tardifs et hors saison dans les deux zones. Le coefficient de réduction de productivité se situe entre 10.0 et 20.1% pour l'incendie tardif et 26.2 à 50.3% pour l'incendie hors saison. Les incendies aussi bien précoces que tardifs ont amélioré les valeurs pastorales dans les deux zones. Les valeurs moyennes sont de 51.2% et 50.7% respectivement pour les incendies précoces et tardifs. Par contre, les incendies hors saison ont réduit cette valeur d'une magnitude de 9%. Les incendies sont utilisés pour des raisons économiques, rituelles et hygiéniques. Leur application aux pâtures naturelles est relativement plus avantageuse que la production de pâtures artificielles. L'établissement et l'entretien de un hectare de pâture artificielle nécessitent 306.76 dollars/ha/an, tandis que la gestion d'une pâture naturelle par l'incendie coûte 11.43 dollars/ha la première année et environ 4.82 dollars au cours des quatre dernières années. Enfin, la gestion d'une pâture naturelle par incendie est plus avantageuse que la production d'une pâture artificielle qui nécessite des investissements que les petits éleveurs et agriculteurs ne peuvent s'offrir étant donné leurs ressources limitées. Les incendies contrôlés peuvent améliorer la productivité des pâtures naturelles et peuvent être recommandés dans le contexte de dégradation actuelle des pâtures naturelles sur une échelle régionale dépendant des conditions climatiques et édaphiques, ainsi que pour la mise en œuvre de cette forme optimisée d'utilisation de l'incendie dans l'utilisation de la terre agricole des pays en développement.

FBR.53 - Using real time remote sensing data in the RISICO system: the case study of Sardinia region

D'Andrea M.¹, Fiorucci P.¹, Cavalli G.², Bianco G.², Canu S.², Capece P.², Mannu G.², Pinna Nossai R.²

1. CIMA Research Foundation. International Centre on Environmental Monitoring, via A. Magliotto 2, 17100 Savona, Italy; 2. ARPAS – Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente della Sardegna Dipartimento Specialistico Regionale IdroMeteoClimatico, Viale Porto Torres, 119 - 07100 Sassari, Italy

paolo.fiorucci@cimafoundation.org; gcavalli@arpa.sardegna.it

This study shows how remote sensing data can improve fire danger estimation introducing dynamic information on dead fuel fraction. A dynamic estimation of fire danger was performed using an approach based on the integration of satellite information within a comprehensive fire danger rating system. The performances obtained introducing satellite information in the RISICO system, implemented at very high resolution in Sardinia, will be analyzed on the basis of the spring and summer season 2011 considering all the fires occurred during the fire season. Sardinia is highly representative of Mediterranean ecosystems and it is one of the most interesting test case for wildfire occurrences within the Mediterranean basin. A preliminary analysis of the spring season and of the incoming summer season show that the use of satellite data could reduce efficiently the overestimated danger areas, thus improving the fire forecasting rate obtained without using satellite-based maps. The feasibility of the use of greenness indexes in order to estimate fire susceptibility has been tested. The satellite Relative Greenness (RG) maps used for this study were obtained from a temporal series of NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) produced from MODIS sensor (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), mounted on board of EOS (Earth Observing System) satellites, Aqua and Terra. Such NDVI and RG data are available at 250 meters resolution. The investigations were performed using the satellite time series data made up of maximum value composite (MVC) of NDVI performed over a 10-day period (decadal). Historical maximum and minimum NDVI maps for the study area were produced on a pixel basis by extracting the highest and lowest values observed from the MVC-NDVI maps recorded over the considered 10-yr period, from 2001 to 2010. These NDVI values were then composed into maximum and minimum maps and used with current 10-day composition NDVI maps to perform the relative greenness calculations. Note that pixels affected by snow, clouds, and residual atmospheric contamination were detected and excluded. Such findings can be directly extended to other similar Mediterranean ecosystems. This research is part of the project PROTERINA C, funded by the EU under the Italy-France Maritime Programme, aiming at investigating the effects that climate change could have on the environment (fuels).

Keywords: *remote sensing, fire danger rating, Mediterranean ecosystem*

Questo lavoro mostra come i dati telerilevati possono migliorare la stima del pericolo connesso all'accensione e alla propagazione di incendi boschivi mediante l'introduzione di informazioni dinamiche sulla frazione di combustibile vegetale non vascolarizzato. La stima dinamica del pericolo d'incendio è stata eseguita utilizzando un approccio basato sull'integrazione di dati satellitari nell'ambito di un sistema finalizzato alla mappatura della pericolosità potenziale da incendio boschivo. Le prestazioni ottenute introducendo le informazioni satellitari nel sistema RISICO, implementato ad altissima risoluzione in regione Sardegna, sono state analizzate durante la stagione primaverile ed estiva 2011 tenendo in considerazione tutti gli incendi che si sono verificati in questo periodo. La regione Sardegna è altamente rappresentativa degli ecosistemi mediterranei e rappresenta uno dei casi di studio più interessanti all'interno del bacino del Mediterraneo. Un'analisi preliminare della stagione primaverile e della stagione estiva in corso, ha dimostrato come l'uso dei dati satellitari può ridurre significativamente la sovrastima del pericolo e permettere di identificare l'inizio della stagione ad alta pericolosità. In particolare è stato testato l'utilizzo dell'indice di greenness. Le mappe di indice di Greenness (RG), utilizzate per questo studio, sono stati ottenuti da una serie temporale di NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) prodotto da sensore MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), montato a bordo dei satelliti, Aqua e Terra. I dati di NDVI e RG sono disponibili a 250 metri di risoluzione. Le indagini sono state eseguite utilizzando l'NDVI composito (MVC) ottenuto come il valore massimo di NDVI su un periodo di dieci giorni. Mappe di valori massimi e minimi di NDVI, per ogni singolo pixel, sono state prodotte per l'area di studio identificando, rispettivamente, il più alto e il più basso valore osservato su una serie storica di mappe MVC-NDVI corrispondente agli ultimi dieci anni, 2001 – 2010. I valori

così ottenuti hanno portato alla definizione delle mappe di massimo e di minimo NDVI e sono quotidianamente utilizzate per il calcolo dell'indice di Greenness. Si noti che i pixel innevati, coperti da nubi o comunque soggetti ad attenuazione atmosferica sono stati individuati ed esclusi dall'analisi. Questi risultati possono essere direttamente estesi ad altre aree del Mediterraneo. Questa ricerca è stata condotta nell'ambito del progetto PROTERINA C, finanziato dalla UE nell'ambito del Programma Italia-Francia marittimo, al fine di indagare gli effetti che il cambiamento climatico potrebbe avere sui rischi naturali.

Cette étude montre comment les données de télédétection peuvent améliorer l'estimation du risque d'incendie en introduisant des informations dynamiques sur la fraction de combustibles morts. Une estimation dynamique du risque d'incendie a été faite en utilisant une approche basée sur l'intégration des informations satellites dans un système de cotation d'incendie général. Les performances obtenues en introduisant les informations par satellite dans le système RISICO, mis en œuvre à une très haute résolution en Sardaigne, seront analysées pour la saison de printemps et d'été 2011, avec une prise en compte de tous les incendies ayant eu lieu pendant la saison d'incendie. La Sardaigne est très représentative des écosystèmes méditerranéens et, elle est l'un des cas d'étude les plus intéressants pour l'apparition des incendies dans le bassin méditerranéen. Une analyse préliminaire de la saison de printemps et de la saison d'été à venir montre que l'utilisation des données satellite peut réduire considérablement les zones de danger surestimées, améliorant ainsi le taux de prévision d'incendie obtenu sans utilisation des cartes satellite. La faisabilité de l'utilisation d'indices de verdure pour estimer la susceptibilité au feu a été testée. Les cartes de verdure relative satellite (RG) utilisées pour cette étude ont été obtenues d'une série temporelle de NDVI (Indice de végétation par différence normalisée) produite par le capteur MODIS (Spectroradiomètre d'image à résolution modérée) monté à bord des satellites EOS (Système d'observation de la terre) Aqua et Terra. Ces données NDVI et RG sont disponibles à une résolution de 250 mètres. Cette recherche a été faite en utilisant les données de série temporelle satellite, constituées de composite de valeur maximum (MVC) du NDVI fait sur une période de 10 jours (décade). Les cartes NDVI historiques maximum et minimum de la zone d'étude ont été produites sur une base pixel par extraction des valeurs les plus élevées et les plus basses observées à partir des cartes MVC-NDVI enregistrées sur la période considérée de 10 ans, de 2001 à 2010. Ces valeurs NDVI sont composées de cartes maximum et minimum et elles sont utilisées avec des cartes NDVI actuelles de composition de 10 jours pour les calculs relatifs de verdure. Il est à noter que les pixels concernés par la neige, les nuages et la contamination atmosphérique résiduelle ont été détectés et exclus. Ces résultats peuvent être directement appliqués à d'autres écosystèmes méditerranéens similaires. Cette recherche fait partie du projet PROTERINA C, financé par l'UE dans le cadre du Programme maritime Italie-France visant à étudier les effets du changement climatique sur l'environnement (combustibles).

FBR.54 - Improving management decisions in Portuguese forests through fire behaviour modeling: Guidelines to support a sustainable landscape

Botequim I.B.¹, Fernandes P.M.², Borges J.G.¹

1. Forest research Centre, Institute of Agronomy, Technical University of Lisbon, Portugal, 2. Departamento de Ciências Florestais e Arquitectura Paisagista, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal

bbotequim@isa.utl.pt

The purpose of the research was to simulate fire spread in three forested landscapes to assist forest managers in identifying high-risk areas for actively integrating stand-level fuel treatments with explicit landscape-level management planning and develop fire prevention priorities. Specifically, several modeling applications to detect significant fire-landscape interactions between stand-level features and fire behavior were fitted through logistic regression and classification tree analysis to classify Portuguese forests to fire risk levels. This research considered a data set encompassing 2,504 inventories plots located in the three forested areas. This allowed us to make comparisons between different topographic and fuel structure patterns on different landscapes: Leiria National Forest, a even-aged maritime pine (*Pinus pinaster* Ait.) public forest in the Centre ($\approx 10,881$ ha), Vale de Sousa a mixed forest with multiple non-industrial private forest owners in the North ($\approx 12,308$ ha) and Globand area an industrial property where eucalypt (*Eucalyptus globulus* Labill) is predominant ($\approx 11,882$ ha). The estimation of further non-spatial data was based on an exhaustive research of methodological issues, such as surface fuel models (Fernandes et al, 2009, Cruz, 2007), fuel moisture (fine fuel moisture content) and stand characteristics (stand height, crown base height, crown bulk density) modeling in the Mediterranean. Fire simulation was carried out with FlamMap 3.0.0 (Finney et al. 2003) for three typical meteorological scenarios derived from historical weather records gathered from May to October over 1998–2008 to represent moderate, average and critical fire weather conditions. For each scenario, modeled fire behavior characteristics, landscape data and stand variables (tree density, basal area, quadratic mean diameter, dominant height) were overlaid in ArcGIS 9.3 and a database that stores landscape pixels that are homogeneous according to those attributes was established for each scenario to identify stand characteristics and spatial pattern metrics of fire prone areas. The database with the most critical combination values (4% fuel moisture content, 40 km/h wind speed) was selected as input for modeling analyses. Logistic regression modeling was applied to develop models suited to end users ranging from typical forest practitioners to researchers, providing: (I) two compatible modeling fire behavior equations to predict crown fire activity (Pfcrown) depending on the available variables, i.e. Model I, based on simulator input data (slope, crown base height, fuel model and canopy cover), and Model II, using easily measurable stand characteristics suiting forest managers (dominant height, basal area and fuel model). Consequently, a guideline matrix to support the definition of appropriate management options in each forest area was developed according crown fire occurrence probability thresholds. Furthermore, a classification tree approach was employed to assess the type of fire (surface, passive or active crown fire) and the difficulty of fire suppression (Alexander & Lanoville, 1989) according to biometric patterns to support forest management. The results demonstrate the potential of the strategies pursued to understand the influence of both biometric and environmental variables to support hazard-reduction silvicultural practices, through the development of management guidelines for fuel and stand structure modification in these fire-prone forest stands.

Keywords: *fire spread, logistic regression, fire simulation, FlamMap, forest*

Scopo della ricerca era di simulare la propagazione dell'incendio in tre paesaggi forestali per aiutare i responsabili della gestione delle foreste a individuare le aree ad alto rischio e integrare in modo attivo i trattamenti del combustibile a livello di bosco con una pianificazione esplicita della gestione del paesaggio e stabilire delle priorità per la prevenzione degli incendi. In modo specifico, diverse applicazioni di modelli per individuare interazioni significative incendio-paesaggio fra le caratteristiche del bosco e il comportamento del fuoco sono state inserite attraverso la regressione logistica e la classificazione delle analisi arboree per classificare le foreste portoghesi ai livelli di rischio d'incendio. Questa ricerca ha considerato un insieme di dati che comprende 2,504 appezzamenti inventariati situati nelle tre aeree forestali. Ciò ha permesso di fare dei confronti fra i diversi modelli topografici e le strutture di combustibili in diversi paesaggi: la Foresta Demaniale di Leiria, una foresta pubblica di pini marittimi (*Pinus pinaster* Ait.) di età uniforme nel Centro ($\approx 10,881$ ha), Vale de Sousa, una foresta mista nel Nord ($\approx 12,308$

ha), con proprietari multipli privati non-industriali e l'area di Globand, una proprietà industriale dove l'eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) è predominante ($\approx 11,882$ ha). La stima di ulteriori dati non-spaziali si è basata su una ricerca approfondita di questioni metodologiche, come i modelli di combustibile di superficie (Fernandes et al, 2009, Cruz, 2007), umidità del combustibile (contenuto di umidità del combustibile fine) e caratteristiche del bosco (altezza dei tronchi, altezza fino alla base della chioma, densità dell'insieme della chioma) secondo i modelli del Mediterraneo. La simulazione dell'incendio è stata eseguita con FlamMap 3.0.0 (Finney et al. 2003) per tre scenari meteorologici tipici ricavati dai dati meteorologici storici raccolti da Maggio ad Ottobre fra il 1998 e il 2008 per rappresentare condizioni meteo moderate, di media entità e critiche per l'insorgere di incendi. Per ogni scenario, si è sovrapposto alle caratteristiche di comportamento dell'incendio replicato, ai dati del paesaggio e alle variabili del bosco (densità arborea, area basale, diametro quadratico medio, altezza dominante) l'ArcGIS 9.3 e un data base che contiene i pixel del paesaggio che sono omogenei. Secondo tali parametri, per ogni scenario si è stabilito di individuare le caratteristiche del bosco e la metrica spaziale del modello di aree soggette ad incendio. Il database con i valori di combinazione più critici (4% di contenuto di umidità del combustibile, 40 km/h di velocità del vento) è stato scelto come input per le analisi della modellazione. La modellazione con regressione logistica è stata applicata per sviluppare dei modelli adatti agli utenti finali che vanno dagli operatori forestali tipici ai ricercatori, fornendo: (I) due equazioni compatibili della modellazione di comportamento dell'incendio per prevedere l'attività del fuoco in chioma (Pfcrown) a seconda delle variabili disponibili, ovvero, Modello I, basato sui dati d'ingresso del simulatore (pendenza, altezza fino alla base della chioma, modello di combustibile e copertura della chioma) e Modello II, utilizzando caratteristiche del bosco facilmente misurabili utili ai responsabili della gestione delle foreste (altezza dominante, area basale e modello di combustibile). Di conseguenza, si è sviluppata una matrice di linee guida per sostenere la definizione delle opzioni di gestione adeguate in ciascuna area forestale secondo le soglie di probabilità di incidenza di incendi di chioma. Inoltre, è stato adottato un approccio di classificazione arborea per valutare il tipo d'incendio (di superficie, di chioma passivo o attivo) e la difficoltà di estinzione dell'incendio (Alexander & Lanoville, 1989) secondo schemi biometrici per sostenere la gestione delle foreste. I risultati dimostrano il potenziale delle strategie perseguite per comprendere l'influenza delle variabili sia biometriche sia ambientali al fine di sostenere le pratiche silviculturali per la riduzione del rischio, attraverso lo sviluppo di linee guida per la gestione dei cambiamenti della struttura del combustibile e del bosco in questi luoghi soggetti ad incendi.

L'objectif de la recherche est de simuler l'expansion de l'incendie dans trois paysages forestiers pour assister les gestionnaires forestiers dans l'identification des zones à haut risque pour l'intégration active des traitements au niveau du combustible avec une planification explicite de la gestion à l'échelle du paysage et un développement des priorités de prévention de l'incendie. Plus particulièrement, plusieurs applications de modélisation visant la détection des interactions paysage-incendie importantes entre les caractéristiques du carburant et le comportement de l'incendie ont été examinées par le biais de la régression logistique et de l'analyse de la classification arborescente pour classifier les forêts portugaises au niveau du risque d'incendie. Cette recherche s'est appuyée sur un ensemble de données englobant 2,504 parcelles d'inventaires de trois zones de forêt. Elle a permis de faire des comparaisons entre les modèles topographiques et les différents profils de structure du combustible dans différents paysages: la forêt nationale de Leiria, une forêt publique de pin maritime âgé (*Pinus pinaster* Ait.) au Centre ($\approx 10,881$ ha), le Val de Sousa, une forêt mixte avec plusieurs propriétaires de forêts privées non industriels dans le Nord ($\approx 12,308$ ha) et la région Globand, une propriété industrielle dans laquelle l'eucalyptus (*Eucalyptus globulus* Labill) est prédominant ($\approx 11,882$ ha). Les estimations d'autres données non spatiales sont basées sur une recherche exhaustive de questions méthodologiques, telles que les modèles de combustible de surface (Fernandes et coll., 2009, Cruz, 2007), la teneur en eau du combustible (teneur en eau du combustible à petite échelle) et modélisation des caractéristiques de peuplement (hauteur du peuplement, hauteur de la première couronne, densité apparente du couronnement) dans la Méditerranée. La simulation de l'incendie a été faite avec FlamMap 3.0.0 (Finney et coll. 2003) pour trois scénarios météorologiques typiques dérivés des enregistrements météorologiques historiques collectés de mai à octobre 1998-2008, pour la représentation des conditions météorologiques d'incendie critique, moyen et modéré. Pour chaque scénario, les caractéristiques de comportement de l'incendie, les données du paysage et les variables de peuplement (densité d'arbre, zone basale, diamètre moyen quadratique, hauteur dominante) ont été établies avec ArcGIS 9.3 et une base de données stockant les pixels de paysage homogènes selon ces attributs a été établie pour chacun des scénarios pour identifier les caractéristiques de peuplement et les métriques du modèle spatial des zones propices à l'incendie. La base de données avec les valeurs de combinaison les plus critiques (4% de teneur en eau du carburant, 40 km/h de vitesse de vent) a été sélectionnée comme entrée pour les analyses de modélisation. La modélisation de régression logistique a été appliquée pour développer des modèles appropriés aux utilisateurs finaux depuis les gestionnaires de forêts typiques aux chercheurs avec: (I) deux équations de modélisation du comportement de l'incendie, compatibles pour la prévision de l'activité de feu de cimes (Pfcrown) dépendant des variables disponibles, c'est-à-dire Modèle I, basé sur les données du simulateur (pente, hauteur de la base de la cime, modèle de combustible et couverture de la canopée) et Modèle II utilisant les caractéristiques de peuplement facilement mesurables, appropriées pour les gestionnaires de forêts (hauteur dominante, zone basale et modèle de combustible). Par conséquent, une matrice directrice de support de la définition



des options de gestion appropriées dans chaque zone de forêt a été développée selon les seuils de probabilité de survenance du feu de cime. De même, une approche de classification arborescente a été utilisée pour évaluer le type d'incendie (surface, feu de cime actif ou passif) et la difficulté d'extinction de l'incendie (Alexander et Lanoville, 1989) selon les paramètres biométriques pour la gestion de forêt. Les résultats ont montré le potentiel des stratégies employées pour la compréhension de l'influence des variables aussi bien biométriques qu'environnementales afin de supporter les pratiques sylviculturales de lutte contre l'incendie à travers le développement de directives de gestion pour la modification de la structure du combustible et du peuplement dans ces peuplements de forêt propices à l'incendie.

FBR.55 – Analysis of risk awareness and knowledge of the prevention system for fire and hydrogeological risk in Liguria also with reference to climate change

Manetti M.¹, Zini E.¹, Piattino S.¹, Parodi U.²

1. Dipartimento di Scienze Antropologiche (DISA), Corso A. Podestà, 2 - I6128 Genova, Italia; 2. Regione Liguria, Via Fieschi 15 – I6121 Genova, Italia

manetti@disa.unige.it, elena.zini@unige.it, spiattino@fastwebnet.it, ulderica.parodi@regione.liguria.it

The research activities promoted under the project PROTERINA C, developed in Liguria, has set itself the aim of identifying, in a sample of professionals, volunteers and citizens the perception and lacks of knowledge related to the risks, also in relation to the impact that climate change or changes in land use can have. In particular, the analysis wanted to determine: the level of awareness to risks and the knowledge of preventive behaviours and the prevention system and regulations, the perception of climate change and its effects on risks. Data were collected through the use of focus groups (n = 4) and self-report questionnaires aimed at both professionals (137) and citizens (106). The results were processed using the software T-Lab Pro and SPSS. The analysis of data on population of Liguria shows that citizens have basic information on climate change, but also show a high level of confusion concerning the possible future consequences of this phenomenon, showing a strong catastrophic view (e.g., hot summers and heavy rainfall), probably influenced by the mass media messages. The analysis of data from professionals and volunteers shows that the level of knowledge and experience as regards the fires and floods is good, but critical aspects emerge in relation to organization, teamwork and clarity of roles when coordination among different staffs. The paper describes the working methods and the results of the analysis as well as a comparison with the analysis carried out in Corsica and Sardinia.

Keywords: climate change, perception of risk, risk of forest fires, hydrogeological risks

L'attività di ricerca promossa nell'ambito del progetto PROTERINA C, svolta in Liguria, si è posta l'obiettivo di rilevare, in un campione di professionisti/volontari e in uno di cittadini, le carenze di percezione e/o conoscenza dei rischi da incendio e idrogeologico, anche in relazione all'impatto che il cambiamento climatico o le modifiche in uso del territorio possono avere. In particolare, si desiderava verificare: il livello di consapevolezza dei rischi e dei fattori che predispongono possibilità di incendio, la conoscenza dei comportamenti di prevenzione e delle normative e procedure ad essi connessi, si intendeva conoscere quanto la popolazione e gli operatori fossero consapevoli degli effetti del cambiamento climatico, delle variazioni d'uso del territorio e delle attività delle istituzioni che agiscono sul campo. I dati sono stati raccolti mediante l'utilizzo di focus group (n=4) e questionari self-report rivolti sia agli operatori (137) sia ai cittadini (106). I risultati emersi sono stati elaborati avvalendosi dei software T-LAB Pro e SPSS. Dall'analisi dei dati relativi alla popolazione ligure è emerso che i cittadini possiedono informazioni di base sul cambiamento climatico, ma presentano anche un elevato livello di confusione rispetto alle possibili future conseguenze di questo fenomeno, essi elaborano previsioni volte al catastrofismo (es. estati molto calde e piogge intense), probabilmente influenzate dai messaggi mass-mediatici. L'analisi dei dati relativi agli operatori professionisti e volontari evidenzia come gli intervistati possiedano un notevole livello di conoscenza ed esperienza per ciò che concerne gli incendi e le alluvioni. Dall'analisi emergono criticità organizzative nel lavoro di squadra e relativi alla chiarezza dei ruoli nel coordinamento tra diversi staff. Il lavoro descrive le metodologie di lavoro ed i risultati dell'analisi oltre che un confronto con le analisi svolte in Corsica e Sardegna.

Les activités de recherche encouragées par le projet PROTERINA C, et développées en Ligurie, se sont fixées pour objectif d'identifier, dans un échantillon de professionnels, bénévoles et citoyens, la perception et le manque de connaissance liés aux risques et concernant également l'impact que peuvent avoir le changement climatique ou les changements dans l'utilisation du sol. En particulier, l'analyse veut déterminer: le niveau de sensibilisation aux risques et la connaissance des comportements de prévention, ainsi que le système de prévention et les réglementations; la perception du changement climatique et ses effets sur les risques. Les données ont été collectées par le biais de groupes de discussion (n = 4) et des questionnaires d'auto-évaluation s'adressant à des professionnels (137) et des citoyens (106). Les résultats ont été traités avec les logiciels T-Lab Pro et SPSS. L'analyse des données sur la population de la Ligurie montre que les citoyens ont des informations de base sur le changement climatique. Elle montre également un haut niveau de confusion concernant les conséquences futures potentielles de ce phénomène, à savoir une vision très catastrophique (par ex.: étés chauds et fortes précipitations) probablement influencée par les messages des mass media. L'analyse des données des professionnels et des bénévoles montre que le niveau de connaissance



et d'expérience concernant les incendies et inondations est bon, mais des aspects critiques apparaissent sur l'organisation, le travail d'équipe et la clarté des rôles pendant la coordination entre des personnels différents. L'article décrit les méthodes de travail et les résultats de l'analyse, de même qu'une comparaison avec les analyses faites en Corse et en Sardaigne.

FBR.56 - Ligurian pilot project for forest fire risk prevention: prescribed burning

Galardi M.¹, Micillo F.², Bertone E.³, Grosso G.⁴, Parodi U.¹

1. Regione Liguria, Via Fieschi 15 – 16121 Genova, Italia; 2. Corpo Forestale dello Stato, Viale Matteotti, 56, Imperia, Italia; 3. Ente Parco Alpi Liguri, c/o Comune di Pigna - Piazza Umberto I° - 18037 Pigna (IM), Italia; 4. Provincia di Imperia, Viale Matteotti 147 - 18100 Imperia, Italia

massimo.galardi@regione.liguria.it, ulderica.parodi@regione.liguria.it, fmicillo@corpoforestale.it, bertone@vallearroscia.com, gianfranco.grosso@provincia.imperia.it

The Liguria region, and in particular the mountain area of the Imperia province, suffers from winter wild fires that often start from abandoned pasture land and shrubs. One of the main causes of ignition is related to the uncontrolled use from local shepherds of fire to clean land from brambles and old overgrown grass. Most of the shepherds of the area move across the border area with France where prescribed burning has been reintroduced and governed in the last decade. Since prescribed burning is being used with success also in the Corsica region, despite initial opposition from some local organizations and communities, the Proterina-C project offers the opportunity to recover, following the Corsica experience prescribed burning in the pasture areas of the Imperia province. The contribution describes the governance and training activities put in place to experiment the recovery of the practice in an experimental area of the Arroscia valley.

Keywords: prescribed burning, fire, pasture land management, volunteer training

La regione Liguria, in particolare l'area montana della provincia di Imperia, soffre di incendi invernali che spesso partono da pascoli abbandonati e zone arbustive. Una delle principali cause di accensione è legata all'utilizzo incontrollato da parte di pastori locali del fuoco per pulire da rovi ed erba vecchia i pascoli. La maggior parte dei pastori della zona vive ed opera nell'area di confine con la Francia, dove negli ultimi dieci anni il fuoco prescritto è stato reintrodotta e governato. Il fuoco prescritto viene utilizzato con successo anche nella regione Corsica, nonostante l'opposizione iniziale di alcune organizzazioni e le comunità locali, il progetto PROTERINA-C offre l'opportunità di recuperare, seguendo l'esperienza della Corsica, il fuoco prescritto nelle zone di pascolo montano della provincia di Imperia. Il contributo descrive le attività di governo e di formazione messe in atto per sperimentare il recupero controllato della pratica in una zona sperimentale della valle Arroscia.

La Ligurie, en particulier la zone de montagne de la province d'Imperia, a subi des incendies d'hiver qui commencent souvent sur les terres de pâture abandonnées et des zones arbustives. L'une des causes principales de l'inflammation est liée à l'utilisation non contrôlée des feux par les bergers locaux pour nettoyer la terre des ronces et des vieilles herbes. La plupart des bergers de la zone se déplacent sur la zone frontalière avec la France où les feux prescrits ont été réintroduits et régis au cours de la dernière décennie. Puisque le feu prescrit est également utilisé avec succès dans la région Corse, malgré l'opposition initiale de certaines organisations et communautés locales, le projet Proterina-C donne l'opportunité de se rattraper, en suivant l'expérience corse du feu prescrit, dans les zones de pâture de la province d'Imperia. La recherche décrit la gouvernance et les activités de formation mises en place pour étudier la récupération de la pratique dans une zone expérimentale de la vallée d'Arroscia.

FBR.57 - Evaluation of airborne and terrestrial laser scanning in Mediterranean forest fuel type characterization

Arca B.¹, Ventura A.¹, Ferrara R.¹, Pellizzaro G.¹, Arca A.¹, Masia P.¹, Duce P.¹, Sterzai P.², Incollu G.³, Marongiu M.³

1. National Research Council, Institute of Biometereology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy; 2. The National Institute of Oceanography and Experimental Geophysics (OGS), Trieste, Italy; 3. Ente Foreste della Sardegna, Cagliari, Italy

b.arca@ibimet.cnr.it

In the last twenty years the airborne Light Detection and Ranging (LIDAR) has become a widespread remote sensing technology in several environmental applications, such as the vegetation characterization and the fuel inventory. In this field, airborne LIDAR technology can be an effective alternative to overcome the difficulties of the conventional ground based small area forest inventory approaches: high costs, time consuming methodologies, limited accuracy when the ground data were extended to landscape level. Several works reported the use of the airborne LIDAR approach in order to estimate and map several parameters of vegetation used in fire spread and behaviour modelling applications: fuel type, plant height, canopy cover, crown bulk density, etc. However, the accuracy and the capabilities of the former approach depend on the factors affecting the laser pulse reflection from both the vegetation and the soil, i.e. the plant cover and species. A method to overcome this problem may be the application of the terrestrial laser scanner in order to merge the data coming from the two different approaches. The aim of this work is to assess the capabilities of the airborne and terrestrial laser scanners in predicting vegetation and fuel characteristics of coniferous and broadleaf forests of a mountain area of central-eastern Sardinia. The analysis of data demonstrate similar accuracies between the two approaches with conifers forests; on the contrary, the terrestrial laser scanner provided better results in broadleaf forests, where accurate estimations of the live and dead fuel load were obtained; the integration of the two sets of data provided improved estimates of the crown bulk densities.

Keywords: *forest inventory, fuel load, wildfire*

Negli ultimi 20 anni la tecnica del laser scanner aviotrasportato si è diffusa notevolmente in diversi settori di interesse ambientale tra i quali la caratterizzazione e mappatura della vegetazione, finalizzata anche ad ottenere dati di interesse per gli inventari forestali. In questo campo tale tecnica può consentire il superamento di una serie di difficoltà dei metodi tradizionali basati su misure in campo, dovute in particolare agli elevati costi e tempi di rilevamento, oltre che alla limitata accuratezza ottenibile a scala comprensoriale. Diversi lavori hanno evidenziato la possibilità di stimare e mappare diversi parametri della vegetazione molto utili in applicazioni modellistiche finalizzate alla previsione del comportamento degli incendi e della velocità di propagazione: tipo di combustibile, altezza delle piante, grado di copertura, densità della chioma, ecc. Relativamente alla stima della densità della chioma, l'applicabilità dell'approccio basato sul laser scanner aviotrasportato può essere influenzata negativamente dai fattori che riducono la riflessione dell'impulso laser da parte sia della vegetazione sia del suolo, in particolare la specie vegetale e il grado di copertura. Un metodo per superare questo inconveniente può essere quello di utilizzare il laser scanner terrestre, in maniera tale da completare e integrare i dati provenienti dai due differenti approcci. Lo scopo di questo lavoro è quello di studiare le capacità applicative sia del laserscanner aviotrasportato sia del laserscanner terrestre nella determinazione delle caratteristiche del combustibile vegetale in boschi di latifoglie e conifere della Sardegna centro orientale. L'analisi dei dati ha dimostrato che il laser scanner terrestre fornisce risultati superiori a quello aviotrasportato nei boschi di latifoglie, dove consente una migliore stima del carico di combustibile; l'integrazione dei due metodi consente il miglioramento delle stime della densità della chioma.

Pendant les vingt dernières années, la télédétection par laser aéroporté (LIDAR) est devenue une technologie de télédétection répandue dans de nombreuses applications environnementales, telles que la caractérisation de la végétation et le répertoire du combustible. Dans ce domaine, la technologie aéroportée LIDAR peut être une alternative efficace pour résoudre les problèmes des approches conventionnelles basées sur le sol de répertoire d'une petite zone de forêt: coûts élevés, méthodologies chronovores, exactitude limitée lorsque les données au sol sont étendues au niveau du paysage. Plusieurs recherches ont traité de l'utilisation de l'approche aéroportée LIDAR pour

estimer et cartographier un certain nombre de paramètres de végétation, utilisés dans les applications de modélisation de l'expansion et du comportement de l'incendie: type de combustible, couverture de la canopée, densité apparente du feu de cime, etc. Cependant, l'exactitude et les capacités de l'ancienne approche dépendent des facteurs concernant la réflexion de l'impulsion du laser aussi bien par la végétation que par le sol, c'est-à-dire le couvert végétal et les espèces. Une méthode permettant de résoudre ce problème peut être l'application du scanner laser terrestre en vue de la fusion des données obtenues des deux différentes approches. L'objectif de cette recherche est d'évaluer les capacités des scanners lasers aéroportés et terrestres dans la prévision de la végétation et des caractéristiques du combustible des conifères et des forêts à larges feuilles d'une zone montagneuse au centre-est de la Sardaigne. L'analyse des données montre des précisions similaires entre les deux approches avec les forêts de conifères; au contraire, le scanner laser terrestre donne de meilleurs résultats dans les forêts à larges feuilles où l'on a obtenu des estimations précises de charge de combustible vivant et mort; l'intégration des deux ensembles de données a amélioré les densités apparentes des feux de cimes.

FBR.58 - Estimating vegetation fire emissions from Sardinian wildland fires (2005-2009)*Bacciu V.^{1,2}, Pellizzaro G.³, Salis M.^{1,2}, Arca B.³, Duce P.³, Spano D.^{1,2}**1. Department of Economics and Woody Plants Systems (DESA), University of Sassari, Italy, 2. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy, 3. National Council of Research, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy**vbacciu@uniss.it*

Emissions from biomass burning include a wide range of gaseous compounds and particles that contribute significantly to the atmospheric budgets at local, regional, and even global scale. The amount of some atmospheric pollutants produced by biomass burning has proven to be comparable to that from the fossil fuel combustion. Vegetation fire emissions (VFE) are recognized to be an important public health and environment issue. In the last decade, several experimental and modeling studies were conducted to improve the knowledge of the VFE impact on atmosphere. Current VFE inventory methods use the equation first proposed by Seiler and Crutzen (1980), which takes into account the area burned, the amount of burned biomass, and the emission factors associated with each specific chemical species. This equation has been used in a number of studies from global to continental to national scale. The estimates of VFE are affected by several errors and uncertainties. The largest errors depend on the determination of both fuel properties and fuel amounts consumed during the combustion. Since these factors are characterized by high spatial variability, spatial location of fire events seems to have also a crucial role. In addition, several authors pointed out that possible improvement of emission estimates are possible knowing the amount of fuel consumption both in the flaming and smoldering combustion period. In this context, the aim of this work is to develop a methodology for fire emission estimation in a Mediterranean area. In addition, the specific objectives were: (1) to estimate the type and quantity of Mediterranean VFE from fires observed in Sardinia (Italy) from 2005 to 2009, and (2) to evaluate the VFE in relation to the different type of vegetation burned. The First Order Fire Effects Model (FOFEM) (Reinhardt et al., 1997) was selected for the combustion and emissions estimation process. FOFEM was chosen due to the input required and the necessity to use a consistent modeling methodology across source categories. Particular attention was paid to develop and survey comprehensive and accurate data inputs. FOFEM input fuel load data, for several fuel types, were surveyed to represent those combusted. Fuel availability was estimated based on land cover map (1:25,000). Data relative to fire perimeters, fire weather data, and fire behavior were gathered by the Sardinian Forestry Corps (CFVA). Consumptions and emissions for each fuel types were estimated through FOFEM. Finally, the data on area burned, fuel loadings, and emissions were assembled into a Geographical Information System (GIS) to facilitate manipulation and display of the data. The results showed the crucial role of appropriate fuel and fire data and maps to attain reasonable simulations of fuel consumption and smoke emissions. The FOFEM outputs and the derived smoke emission maps are useful for several applications including emissions inventories, air quality management plans, and emission source models coupled with dispersion models and decision support systems. This work is supported by GEMINA Project- MIUR/MATTM n. 232/2011

Keywords: *FOFEM, vegetation fire emission, smoke characterization*

Le emissioni derivanti da incendi boschivi (*vegetation fire emission*, VFE) includono un ampio spettro di composti gassosi e particolato che contribuiscono significativamente al budget atmosferico dalla scala locale a quella regionale, fino a scala globale. Inoltre, alcuni studi hanno dimostrato che il quantitativo di alcuni inquinanti atmosferici prodotti da incendi boschivi è comparabile con quello derivante dalla combustione dei combustibili fossili, e che può determinare importanti impatti sulla salute umana e sull'ambiente (e.g. aumento dei gas serra). Nell'ultimo decennio, pertanto, sono stati condotti numerosi studi volti a migliorare la conoscenza dell'impatto dei VFE sull'atmosfera. Gli attuali metodi di inventario, che vanno da scala locale a quella globale, utilizzano l'equazione proposta per primi da Seiler e Crutzen (1980), che tiene conto della superficie bruciata, della quantità di biomassa bruciata, e di specifici fattori di emissione associati alle specie chimiche. Le stime di VFE sono peraltro influenzate da diversi errori e incertezze, che principalmente dipendono dalla difficoltà nel determinare la quantità di combustibile consumato durante gli incendi e le proprietà del combustibile stesso. Poiché tali fattori sono caratterizzati da una elevata variabilità spaziale, anche la localizzazione spaziale degli eventi incendio sembra avere un ruolo cruciale. Inoltre,

diversi autori hanno sottolineato che un eventuale miglioramento delle stime sulle emissioni sarebbe possibile dettagliando la quantità di consumo di combustibile nelle due fasi della combustione (*flaming* e *smoldering*). Nel contesto così delineato, l'obiettivo del presente lavoro è quello di sviluppare una metodologia per la stima delle emissioni da incendio per l'area mediterranea. Gli obiettivi specifici sono (i) la stima della tipologia e del quantitativo delle emissioni da incendi osservati in Sardegna (Italia) dal 2005 al 2009, e (ii) la valutazione delle emissioni in relazione alle diverse tipologie di vegetazione interessata. Per stimare il processo di combustione e di emissione di gas serra e inquinanti è stato selezionato il modello FOFEM (Reinhardt et al., 1997). Un'attenzione particolare è stata posta nella raccolta e nello sviluppo di accurati dati di input relativi al carico di combustibile e alla sua distribuzione, in modo da rappresentare il più correttamente possibile il materiale bruciato. I dati relativi ai perimetri degli incendi, ai dati meteorologici nelle giornate di incendio e al comportamento del fuoco sono stati ottenuti grazie al Corpo Forestale della Sardegna (CFVA). Tutti i dati ottenuti, relativi alle aree incendiate, al carico di combustibile e alle emissioni sviluppate, sono stati infine assemblati in un Sistema Informativo Geografico per facilitarne la manipolazione e la visualizzazione. I risultati hanno evidenziato il ruolo cruciale di accurate informazioni sul combustibile e sugli incendi per raggiungere ragionevoli simulazioni del consumo di combustibile e delle emissioni di gas serra e inquinanti. Gli output di FOFEM e le mappe sull'emissione dei gas che ne possono derivare risultano fondamentali per diverse applicazioni, tra cui lo sviluppo di inventari delle emissioni, la pianificazione e la gestione della qualità dell'aria, e l'accoppiamento con modelli di dispersione e di sistemi di supporto decisionale.

Les émissions du brûlage de biomasse comprennent une vaste gamme de composés et particules gazeux qui contribuent considérablement aux bilans atmosphériques à l'échelle locale, régionale et même globale. La quantité de polluants atmosphériques produite par le brûlage de biomasse s'est montrée comparable à celle de combustion de combustibles fossiles. Les émissions des incendies de végétation (VFE) sont réputées pour être une question importante d'environnement et de santé publique. Dans la dernière décennie, plusieurs études expérimentales et de modélisation ont été menées pour améliorer la connaissance de l'impact VFE sur l'atmosphère. Les méthodes actuelles d'inventaire VFE utilisent l'équation proposée en premier par Seiler et Crutzen (1980), qui prend en compte la zone brûlée, la quantité de biomasse brûlée, ainsi que les facteurs d'émission associés à chaque espèce chimique spécifique. Cette équation a été utilisée dans nombre d'études aux échelles globale, continentale et nationale. Les estimations du VFE sont affectées par plusieurs erreurs et incertitudes. Les plus grandes erreurs dépendent de la détermination des propriétés du combustible et des quantités du combustible consommées pendant la combustion. Étant donné que ces facteurs sont caractérisés par une forte variabilité spatiale, l'emplacement spatial des incendies semble également jouer un rôle capital. Par ailleurs, plusieurs auteurs ont souligné le fait qu'une amélioration des estimations des émissions est possible si l'on connaît la quantité de la consommation de combustible dans les deux périodes de la combustion (*flaming* et *smoldering*). Dans ce contexte, l'objectif de ce travail est de développer une méthodologie d'estimation des émissions de l'incendie dans une zone méditerranéenne. De plus, les objectifs spécifiques sont: (1) estimer le type et la quantité de VFE méditerranéennes des incendies observés en Sardaigne (Italie) de 2005-2009, et (2) évaluer les VFE en fonction des différents types de végétation brûlée. Le modèle de premier ordre des effets de l'incendie (FOFEM) (Reinhardt et coll., 1997) a été sélectionné pour le processus d'estimation de combustion et des émissions. FOFEM a été choisi pour les données requises et la nécessité d'utiliser une méthodologie de modélisation cohérente dans les catégories de sources. Une attention particulière a été portée au développement et à l'étude de données générales et exactes. Les données de charge de combustible du FOFEM, pour plusieurs types de combustible, ont été examinées pour représenter celles qui ont brûlé. La disponibilité de combustible a été estimée sur la base de la carte de couverture du sol (1:25 000). Les données relatives aux périmètres de l'incendie, les données météorologiques d'incendie et le comportement de l'incendie ont été collectées par le Corps des gardes forestiers de Sardaigne (CFVA). Les consommations et émissions pour chaque type de combustible ont été estimées à l'aide du FOFEM. Enfin, les données sur les aires brûlées, les charges de combustible et les émissions ont été assemblées dans un système d'information géographique (GIS) pour faciliter la manipulation et l'affichage des données. Les résultats ont montré le rôle capital joué par des données et de cartes appropriées concernant le combustible et les incendies pour obtenir des simulations raisonnables de consommation du combustible et d'émissions de fumée. Les données du FOFEM et les cartes d'émission de fumée dérivées sont utiles pour plusieurs applications, y compris les inventaires d'émissions, les plans de gestion de la qualité de l'air et les modèles de source d'émission associés aux modèles de dispersion et aux systèmes de support de décision.

FBR.59 - Fire behavior analysis of the Anela (Sardinia) wildfire (1945)

Fois C.¹, Salis M.^{1,2}, Casula F.¹, Dessy C.³, Falchi S.⁴, Mavuli S.⁴, Piga A.⁴, Sanna S.⁴, Spano D.^{1,2}

1. Department of Economics and Woody Plant Ecosystems (DESA), University of Sassari, Italy; 2. Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy; 3. ARPAS, Dip. Spec. Reg. Idrometeorologico, v. P. Torres 119, 07100 Sassari; 4. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, STIR Sassari

cfois@uniss.it; miksalis@uniss.it

Wildfires are a major problem in Europe and several other region of the world. This issue is particularly relevant in the Mediterranean area, where wildfires are responsible for thousands of hectares burned each year. Commonly, a limited number of fires with extreme behavior can account for the deepest impacts on forest ecosystems and for huge damages to properties, and are sometimes associated with loss of human lives. These extreme events are the result of the combination of severe weather conditions, very dry fuels and topography effects. In this study we investigate a wildfire of historical relevance that took place in Sardinia (Anela, 40°27'09"N, 9°00'01"E) at the end of July 1945. This event killed 7 people of the Sardinia Forest Service; about 700 hectares of oak forests and high Mediterranean maquis were severely damaged. The final fire perimeter was defined analysing aerial photographs of '50s and with interviews to local people who had information to describe the fire. In order to re-build the general weather conditions of the days of interest, daily temperature and precipitation values were collected from the weather stations data (Annali Idrogeologici); furthermore, historical synoptic weather charts were analyzed. Vegetation characteristics and spatial distribution were broadly appraised with interviews and old pictures. We used fire spread models to simulate propagation and behavior of the Anela fire; the simulated fire perimeters and fire behavior charts were compared, where possible, with data and information collected with some interviews. The distinctive feature of this work lies in its historical value and in the complexity in collecting data about weather conditions and vegetation and in rebuilding the perimeter of the burned area. The goal of this work is to investigate a very important historical wildfire in order to evaluate critical and strong points of the fire, to provide information and improve understanding to fire fighters on the analysis of fire propagation and safety areas.

Keywords: *Sardinia, Mediterranean maquis, extreme wildfire, historical fire simulation, fire behavior*

Gli incendi boschivi sono un grande problema in Europa ed in diverse altre regioni del mondo. Questo problema è particolarmente rilevante nell'area Mediterranea dove gli incendi sono responsabili di milioni di ettari bruciati ogni anno. Comunemente, un numero limitato di incendi con comportamento estremo può causare impatti devastanti negli ecosistemi forestali e danni rilevanti alle proprietà, e sono talvolta associati a perdita di vite umane. Questi eventi estremi sono il risultato di condizioni metereologici che severe, combustibile fortemente disidratato e orografie complesse. In questo studio abbiamo investigato su un incendio boschivo di rilevanza storica che ha avuto luogo in Sardegna (Anela, 40°27'09"N, 9°00'01"E) alla fine di luglio del 1945. In questo evento persero la vita 7 persone del Servizio Forestale della Sardegna, e vennero distrutti circa 700 ettari di foreste di quercia e macchia mediterranea evoluta. Il perimetro finale dell'incendio è stato definito tramite l'analisi di foto aeree del '50 e mediante interviste a gente del posto che ha fornito informazioni sulla descrizione dell'incendio. Per risalire alle condizioni generali metereologici che di quei giorni, sono stati raccolti i dati relativi a temperatura giornaliera e valori delle precipitazioni delle stazioni meteo (Annali Idrogeologici), inoltre sono state analizzate le carte storiche sinottiche del tempo. Le caratteristiche della vegetazione e la sua distribuzione spaziale sono state ampiamente valutate sulla base di interviste e vecchie fotografie. Per simulare la propagazione ed il comportamento del fuoco abbiamo usato modelli di propagazione del fuoco, la simulazione del perimetro del fuoco e le carte sul comportamento del fuoco sono state comparate, dove possibile, con i dati e le informazioni raccolte dalle interviste. Il carattere distintivo di questo lavoro sta nel suo valore storico, nella complessità nella raccolta dei dati circa le condizioni meteo e della vegetazione e nella ricostruzione del perimetro dell'area bruciata. Si è scelto di analizzare un incendio storico di particolare gravità e di valutarne gli aspetti critici e le caratteristiche, in modo da migliorare le conoscenze e fornire un contributo alle operazioni di prevenzione e lotta degli incendi.

Les incendies constituent un problème majeur en Europe et dans beaucoup d'autres régions du monde. Cette question est particulièrement pertinente dans la zone méditerranéenne où les incendies sont responsables de la perte de milliers d'hectares chaque année. En général, un nombre limité d'incendies avec un comportement extrême peut être tenu pour responsable des impacts profonds sur les écosystèmes de forêt et d'importants endommagements de propriétés, associés parfois aux pertes en vies humaines. Ces événements extrêmes sont le résultat de la combinaison des conditions météorologiques graves, de combustibles extrêmement secs et d'effets de topographie. Dans cette étude, nous examinons un incendie d'importance historique qui a eu lieu en Sardaigne (Anela, 40°27'09"N, 9°00'01"E), fin juillet 1945. Cet événement a tué 7 personnes du Service des forêts de Sardaigne; environ 700 ha de forêt de chênes et haut maquis méditerranéen ont été gravement endommagés. Le périmètre final de l'incendie a été défini grâce à l'analyse de photographies aériennes des années Cinquante, et avec des interviews des résidents qui ont fourni des informations pour la description de l'incendie. Pour reconstruire les conditions météorologiques générales de la période en question, les valeurs quotidiennes de la température et des précipitations ont été collectées à partir des données des stations météorologiques (Annali Idrogeologici); de plus, des diagrammes synoptiques météorologiques historiques ont été analysés. Les caractéristiques de la végétation et la distribution spatiale ont été examinées, ainsi que les interviews et les anciennes photos. Nous avons utilisé les modèles d'expansion de l'incendie pour simuler la propagation et le comportement de l'incendie d'Anela; les diagrammes simulés des périmètres et des comportements de l'incendie ont été comparés dans la mesure du possible avec les données et les informations collectées dans plusieurs interviews. La caractéristique distinctive de ce travail repose sur sa valeur historique et dans la complexité de collecte de données sur les conditions météorologiques et de la végétation, ainsi que dans la reconstruction du périmètre de l'aire brûlée. L'objectif de ce travail est d'analyser un incendie historique très important pour évaluer les points critiques et forts de l'incendie, fournir des informations et améliorer la compréhension des pompiers sur l'analyse de la propagation de l'incendie, ainsi que des zones de sécurité.

FBR.60 - Evaluation of artificial neural network techniques in predicting fire danger

Arca B.¹, Pellizzaro G.¹, Duce P.¹, Salis M.^{2,3}, Bacciu V.^{2,3}

1. National Research Council, Institute of Biometereology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy; 2. Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy; 3. Euro Mediterranean Center on Climate Change (CMCC), Impacts on Agriculture Forests and Natural Ecosystems (IAFENT), Sassari, Italy

b.arca@ibimet.cnr.it, miksalis@uniss.it

Fire danger can be considered as the combination of a large number of factors related to both the probability of fire ignition (human factors, fuel moisture content, fuel flammability, etc.) and potential fire behaviour in space and time (terrain conditions, fuel characteristics and load, weather factors and wind field in particular). Considering the intrinsic complexity of relationships among large numbers of variables and fires, several works proposed methods, models, and tools that tried to integrate the main explanatory variables, providing predictions of fire activity at short and medium term, on different spatial and temporal scales. From a statistical point of view the relationship among variables can be analysed using different approaches: multiple linear regressions, logistic regressions, other non-linear statistical methods. The former approach can be followed using classical statistical techniques or alternative methods based on inductive processes where the prescription of a basic mathematical form is not required, since the relationships among the inputs and the expected outputs can be established by an interactive process called learning. One increasing way of modelling this kind of process is by using neural networks. The aim of this work is to develop a neural network model in order to study the interactions among environmental factors and human activities affecting the fire danger; spatial and temporal variations of fire danger are also estimated in order to describe the main fire danger features of the Sardinian fire season. The analysis highlights the capabilities of the neural network approach in estimating the level of fire danger, and suggests the large effect of the human factors in determining the fire danger during the fire season.

Keywords: *wildfires, human factors, weather conditions*

La pericolosità di incendio può essere considerata come la combinazione di un elevato numero di fattori legati sia alla probabilità di ignizione (fattori umani, umidità del combustibile, infiammabilità del combustibile, ecc.) sia al comportamento potenziale dell'incendio (condizioni orografiche, caratteristiche e carico di combustibile, fattori meteorologici con particolare riguardo per il campo di vento). Considerata la complessità delle relazioni tra questo elevato numero di fattori, diversi autori hanno proposto metodi, modelli e strumenti informatici in grado di integrare le principali variabili esplicative e fornire previsioni della pericolosità di incendio a breve e medio termine, su differenti scale spaziali e temporali. Da un punto di vista prettamente statistico le relazioni fra variabili possono essere analizzate utilizzando differenti approcci: regressioni lineari multiple, regressioni logistiche, e altri metodi statistici non lineari. Tra i metodi statistici non lineari troviamo sia tecniche statistiche classiche, sia metodi alternativi basati sull'approccio induttivo, dove la definizione della struttura del modello matematico non è richiesta, e le relazioni tra gli input e l'output atteso possono essere ricavate attraverso un processo interattivo chiamato istruzione; recentemente si è osservato un crescente uso di modelli basati su quest'ultimo approccio modellistico. Lo scopo di questo lavoro è quello di sviluppare un modello neurale utile per lo studio delle interazioni tra i differenti fattori ambientali e le attività umane di influenza sulla pericolosità di ignizione e propagazione; la variazione spaziale e temporale della pericolosità è stata inoltre stimata allo scopo di descrivere i principali fattori di influenza sulla pericolosità durante la stagione degli incendi. L'analisi ha evidenziato le capacità delle reti neurali nella stima del livello di pericolosità e ha confermato il crescente effetto dei fattori umani sulla pericolosità di incendio.

Le risque d'incendie peut être considéré comme la combinaison d'un grand nombre de facteurs liés à la probabilité d'inflammation (facteurs humains, teneur en eau du combustible, inflammabilité du combustible, etc.) et au comportement potentiel de l'incendie dans l'espace et dans le temps (conditions du sol, caractéristiques et charge du combustible, facteurs météorologiques et vent en particulier). En considérant la complexité intrinsèque des relations entre un grand nombre de variables et d'incendies, plusieurs travaux ont proposé des méthodes, des modèles et des outils qui ont essayé d'intégrer les principales variables d'explication, donnant des prévisions de l'activité d'incendie à

court et à moyen terme sur des échelles temporelles et spatiales différentes. D'un point de vue statistique, la relation entre les variables peut être analysée en utilisant différentes approches: régressions linéaires multiples, régressions logistiques, autres méthodes statistiques non linéaires. L'approche précédente peut être suivie en utilisant des techniques statistiques classiques ou des méthodes alternatives basées sur des processus inductifs où la prescription d'une forme mathématique de base n'est pas nécessaire puisque les relations entre les inputs et les produits envisagés peuvent être établies par un processus interactif appelé apprentissage. Une façon de plus en plus pratiquée de modélisation de ce type de processus est l'utilisation de réseaux neuraux. L'objectif de ce travail est de développer un modèle de réseau neural pour étudier les interactions entre les facteurs environnementaux et les activités humaines concernant le risque d'incendie; les variations spatiales et temporelles du risque d'incendie sont également estimées dans le but de décrire les principales caractéristiques du risque d'incendie au cours de la saison des incendies en Sardaigne. L'analyse met en exergue les capacités de l'approche du réseau neural à estimer le niveau de risque d'incendie et suggère l'effet étendu des facteurs humains dans la détermination du risque d'incendie pendant la saison des incendies.

FBR.61 - An application of the level-set method to fire front propagation

Ghisu T., Arca B., Pellizzaro G., Duce P.

National Research Council, Institute of Biometereology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy

t.ghisu@ibimet.cnr.it

Wildland fire models and simulators developed in the last two decades are increasingly applied in different ecosystems and countries of the world to predict fire behaviour and effects. Fire models range from empirical formulas, such as the ones defined by Rothermel [1] and applied in spatially and temporally explicit fire simulators (i.e. Farsite), to complex three-dimensional CFD approaches solving the partial differential equation of continuity, momentum and energy.

The wide range of length and time scales governing wildland fire (from the millimeter scale of combustion processes to the hundreds of meters scale of synoptic wind flow) complicates the use of a full-3D numerical approach, at least for operational forecasting purposes. At the same time, there is an important two-way influence between weather and fire: wind determines fire propagation and, conversely, the buoyancy effects generated by fire heat modify the local wind field, "creating their own weather".

A possible solution to this problem is the use of a simpler (and thus computationally cheaper) model to describe fire propagation, while maintaining a CFD approach to model wind behaviour and, more importantly, the two-way interaction due to fire heat release. A number of studies applied this approach in the last few years.

This work describes the initial steps in the development of a model for fire-front propagation based on a level-set methodology and its integration into a CFD model.

Keywords: *fire propagation, level-set, CFD*

Modelli e simulatori per la propagazione di incendi sviluppati negli ultimi decenni vengono utilizzati sempre più spesso in svariati ecosistemi e territori del mondo per predire il comportamento e gli effetti del fuoco. I modelli utilizzati vanno da formule empiriche, come quelle definite da Rothermel e utilizzate in simulatori spazialmente e temporalmente espliciti (come Farsite) a approcci numerici tridimensionali che risolvono le equazioni alle derivate parziali che esprimono conservazione di massa, quantità di moto ed energia.

L'ampia gamma di scale spaziali e temporali che determinano lo sviluppo di un incendio (dalla scala millimetrica dei processi di combustione alle centinaia di metri del vento sinottico) complica l'utilizzo di un approccio numerico tridimensionale completo, almeno per finalità operative. Allo stesso tempo, esiste un'importante legame bidirezionale tra vento atmosferico e fuoco: il vento determina la propagazione del fuoco e, allo stesso tempo, gli effetti termici creati dal fuoco modificano il vento locale.

Una possibile soluzione al problema è l'utilizzo di un modello semplificato (e quindi più leggero in termini computazionali) per descrivere la propagazione del fuoco, mantenendo però un approccio CFD per simulare il comportamento del vento e, soprattutto, l'interazione creata dalla produzione di calore da parte del fuoco. Vari studi hanno utilizzato un approccio simile negli ultimi anni.

Questo lavoro descrive i passi iniziali nello sviluppo di un modello per la propagazione del fronte di fiamma basato su un approccio level-set e la sua integrazione all'interno di un modello CFD.

Les modèles et les simulateurs de feux de broussailles développés ces deux dernières décennies sont de plus en plus appliqués dans différents écosystèmes et pays du monde pour prévoir le comportement et des effets de l'incendie. Les modèles d'incendie vont des formules empiriques, telles que celles définies par Rothermel [1] et appliquées dans des simulateurs d'incendie spatio-temporels explicites (par ex., Farsite), aux approches complexes à trois dimensions CFD résolvant l'équation différentielle partielle de continuité, moment et énergie.

La grande gamme des échelles de durée et de temps régissant les feux de broussailles (de l'échelle millimétrique des processus de combustion à l'échelle de centaines de mètres du flux du vent synoptique) complique l'utilisation d'une approche numérique 3-D complète, du moins pour les objectifs opérationnels de prévision. Parallèlement, il y existe une influence importante à deux voies entre le temps et l'incendie: le vent détermine la propagation de l'incendie et, inversement, les effets de flottabilité générés par la chaleur de l'incendie modifient le champ local du vent «en créant leur propre climat».

Une solution possible à ce problème est l'utilisation d'un modèle plus simple (et par conséquent plus facile à calculer) pour décrire la propagation de l'incendie tout en maintenant une approche CFD pour la modélisation du comportement du vent et, plus important encore, l'interaction à deux voies due à la libération de chaleur par l'incendie. Bon nombre d'études ont appliqué cette approche au cours des toutes dernières années.

Ce travail décrit les étapes initiales dans le développement d'un modèle de propagation du front de l'incendie sur la base d'une méthode des surfaces de niveau et son intégration dans un modèle CFD.

FBR.62 - Evaluation of some fuel moisture codes in Mediterranean shrubland of North Sardinia

Ventura A.¹, Pellizzaro G.¹, Arca B.¹, Masia P.¹, Duce P.¹, Bortolu S.²

1. National Council of Research, Institute of Biometeorology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy; 2. CMCC Euro-Mediterranean Center for Climate Changes, IAFENT Division, Sassari, Italy

a.ventura@ibimet.cnr.it

The moisture content of dead fuel (dead twigs and leaves, fallen branches, litter, etc.) is an important variable in fire ignition and fire propagation modelling, because it is usually the driest and the most likely to ignite during summer season. Moisture exchange in dead materials is controlled by physical processes, and is clearly dependent on rapid atmospheric changes. Therefore, some meteorological danger indices, such as the three moisture codes of the Fire Weather Index, address the modelling of the moisture dynamics of dead fuel. These codes are mainly based on semiempirical equations and provide values that are classified in three or four fire danger classes usually ranging from low to extreme. Although several European Mediterranean countries have adopted part of the FWI in their forest danger forecasting, it was identified the need to perform further tests in order to calibrate and validate the codes also for Mediterranean environment. The FWI system was, in fact, designed for the Canadian environment which presents different characteristics if compared with Southern European countries in terms of both fuel types and weather conditions. The main objective of this work is to evaluate the potential use of the FWI moisture codes in describing dead fuel moisture content pattern for Mediterranean shrubs. The study was carried out in Sardinia (Italy). Moisture content of dead fuel (1 hour and 10 hours fractions) was determined periodically during four consecutive years on three Mediterranean shrub species: *Cistus monspeliensis* L., *Pistacia lentiscus* L., and *Juniperus phoenicea* L. Meteorological variables and temporal patterns of moisture content, measured by using humidity sensors, were also recorded. Therefore, we used FMC values by sensor measurements to calibrate the fuel moisture codes in our environment. Finally, in order to develop different threshold values for danger more appropriate for Mediterranean climate, percentile analysis was applied and new fuel moisture code classes were defined. This work is partially supported by FUME Project- *Forest fires under climate, social and economic changes in Europe, the Mediterranean and other fire-affected areas of the world*-, European Commission FP7-ENV-2009-1, Grant Agreement Number 243888.

Keywords: *Dead fuel moisture content, Mediterranean shrubs, Moisture codes*

Il contenuto d'umidità del combustibile morto (ramoscelli e foglie morte, rami caduti, lettiera, etc.) è una variabile importante nella modellizzazione dell'innesco e della propagazione del fuoco in quanto caratterizzata da minore umidità e, conseguentemente, maggiore probabilità di ignizione rispetto alla frazione viva. La variazione del contenuto d'umidità nel materiale morto è controllata da processi fisici, ed è dipendente dai rapidi cambiamenti atmosferici. I tre codici d'umidità del combustibile del Fire Weather Index (FWI) canadese, sono stati formulati per modellizzare l'andamento dell'umidità del combustibile morto a partire dall'andamento meteorologico. Questi codici sono basati principalmente su equazioni semiempiriche e forniscono dei valori che possono essere classificati in tre o quattro classi di pericolosità da bassa ad elevata. Sebbene alcuni paesi Mediterranei Europei adottino parte del FWI per le loro previsioni del pericolo d'incendi boschivi, è emersa, tuttavia, la necessità di effettuare ulteriori analisi al fine di calibrare e validare tali codici specificamente per l'ambiente mediterraneo. Il sistema FWI, infatti, è stato progettato per l'ambiente canadese il quale presenta caratteristiche differenti rispetto ai paesi dell'Europa Meridionale sia in riferimento alle tipologie di combustibile che alle condizioni meteorologiche. L'obiettivo principale del presente lavoro è quello di valutare le possibilità d'utilizzo dei codici d'umidità del FWI nel descrivere l'andamento del contenuto d'umidità del combustibile morto delle specie arbustive appartenenti alla macchia mediterranea. Lo studio è stato condotto nel Nord Sardegna (Italia). Il contenuto d'umidità del combustibile morto (frazioni 1h e 10h) è stato determinato periodicamente nell'arco di quattro anni consecutivi su tre specie appartenenti alla macchia mediterranea: *Cistus monspeliensis* L., *Pistacia lentiscus* L., and *Juniperus phoenicea* L. L'umidità della frazione morta 10h è stata anche misurata tramite un sensore elettronico d'umidità. Per tutta la durata della prova, inoltre, sono stati registrati i valori soglia delle variabili meteorologiche e sono stati calcolati i codici d'umidità del FWI. I valori di FMC ottenuti tramite sensore sono stati utilizzati per calibrare i codici del contenuto d'umidità del

combustibile in ambiente mediterraneo. Infine è stata utilizzata l'analisi percentile per definire dei valori soglia dei codici di umidità del FWI utili per la definizione delle classi di pericolosità in ambiente mediterraneo.

La teneur en eau du combustible mort (branches et feuilles mortes, branches tombées, détritiques, etc.) est une variable importante dans l'inflammation et la modélisation de la propagation de l'incendie, parce qu'elle est généralement la plus sèche et la plus susceptible de s'enflammer pendant l'été. L'échange d'humidité dans les matériaux morts est contrôlé par des processus physiques et il dépend clairement des changements atmosphériques rapides. Ainsi, certains indices de risques météorologiques, tels que les trois codes de teneur en eau de l'Indice météorologique d'incendie, traitent de la modélisation de la dynamique de teneur des combustibles morts. Principalement basés sur les équations semi-empiriques, ces codes donnent des valeurs classées dans trois ou quatre classes de risque d'incendie allant généralement de bas à extrême. Bien que plusieurs pays de l'Europe méditerranéenne aient adopté une partie du FWI dans leurs prévisions de risque d'incendie, l'on a identifié la nécessité de faire des tests supplémentaires afin de calibrer et valider les codes également pour l'environnement méditerranéen. En effet, le système FWI a été conçu pour l'environnement canadien qui présente des caractéristiques différentes si on le compare aux pays de l'Europe du Sud en termes de types de combustibles et de conditions météorologiques. L'objectif principal de ce travail est d'évaluer l'utilisation potentielle des codes de teneur en eau FWI dans la description du paramètre de teneur en eau des combustibles morts pour les arbustes de la Méditerranée. L'étude a été menée en Sardaigne (Italie). La teneur en eau des combustibles morts (fractions de 1 heure et 10 heures) a été déterminée périodiquement pendant quatre années consécutives sur trois espèces d'arbustes méditerranéens: *Cistus monspeliensis* L., *Pistacia lentiscus* L. et *Juniperus phoenicea* L. Des variables météorologiques et des caractéristiques temporelles de teneur en eau ont également été enregistrées en utilisant pour leur mesure des capteurs d'humidité. Ainsi, nous avons utilisé les valeurs FMC des mesures du capteur afin de calibrer les codes de teneur en eau des combustibles dans notre environnement. Enfin, pour développer des valeurs de seuil différentes pour le risque et plus appropriées au climat méditerranéen, l'analyse par percentile a été appliquée et de nouvelles classes de code de teneur en eau du combustible ont été définies.

FBR.63 - Spatial heterogeneity of fire spread and behaviour in a Sardinian wooded pasture

Arca B.¹, Pintus G.V.¹, Ventura A.¹, Duce P.¹, Franca A.², Salis M.^{3,4}

1. National Research Council, Institute of Biometereology (CNR-IBIMET), Sassari, Italy; 2. Institute for animal production system in Mediterranean environment (ISPAAM), National Research Council, Sassari, Italy; 3. Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy; 4. Euro Mediterranean Center on Climate Change (CMCC), Impacts on Agriculture Forests and Natural Ecosystems (IAFENT), Sassari, Italy

b.arca@ibimet.cnr.it, a.franca@cspm.ss.cnr.it, miksalis@uniss.it

About the fifty per cent of the Sardinian island is covered by herbaceous vegetation mainly represented by grasses, open wooded pastures and not irrigated herbaceous crops. Except for the herbaceous crops, mainly concentrated in the agricultural plains of the western side, the other areas covered by herbaceous vegetation are embedded in a complex matrix together with shrubland vegetation and broadleaf forests; this fragmented landscape was produced by different anthropogenic disturbances, such as deforestation, grazing, forest fires, and other modifications of land use. Such landscape structure widely affects the fire spread and behaviour, as fire propagation is a combined effect of the involved environmental components: vegetation, weather, and terrain. In addition, the areas covered by herbaceous vegetation are characterised by a considerable frequency of ignitions, due to arson, causalities derived from the agricultural activities, and use of fire as agronomic practice to obtain the terrain free from shrubs and old grasses; the latter practice is typical of the traditional Sardinian agropastoralism. The aims of this study were (i) to use a fire spread simulator for estimating the probability of burning in a Mediterranean area predominantly covered by grasses and open wooded pastures, and (ii) to estimate the effects of the grazing pressure on the fire behaviour and severity, in relation to the different weather conditions observables in the experimental area. The study, conducted in the Central highland area of Sardinia, provided useful data in order to identify the areas with high probability of fire, high level of danger, and therefore, high potential fire risk. Fuel reduction strategies were tested by the simulator in order to plan the fire prevention and fire management practices.

Keywords: *grazing, fire danger, fuel management*

Il cinquanta per cento della superficie della Sardegna è coperto da pascoli, pascoli arborati e colture foraggere. Se si escludono queste ultime, principalmente concentrate nelle aree agricole di pianura, le altre coperture vegetali sono spesso adiacenti ad aree a macchia e ad aree a boschi di latifoglie, con le quali vanno a creare una matrice complessa risultante da vari fattori antropici, quali la deforestazione, il pascolamento, gli incendi boschivi e gli altri fattori in grado di determinare variazioni della classe d'uso del suolo. Questa combinazione di coperture vegetali influenza notevolmente il comportamento degli incendi e la loro propagazione, che dipende dalla combinazione delle differenti componenti ambientali riscontrabili nell'area percorsa dalle fiamme: vegetazione, caratteristiche meteorologiche e caratteristiche orografiche. Inoltre, le aree a vegetazione erbacea sono caratterizzate da un elevato numero di ignizioni, per cause dolose o colpose, o semplicemente per casualità. La pericolosità di insorgenza e propagazione è influenzata fortemente dalla quantità e dalle caratteristiche di combustibilità della biomassa e della necromassa, parametri fortemente influenzati dal pascolamento. Lo scopo di questo lavoro è quello di studiare gli effetti del pascolamento sul comportamento degli incendi e sulla pericolosità di propagazione in una tipica foresta mediterranea di *Quercus* spp. Gli obiettivi specifici di questo lavoro sono quelli di (i) utilizzare un simulatore della propagazione degli incendi al fine di stimare la probabilità di propagazione dell'incendio all'interno dell'area di studio, e (ii) stimare gli effetti di differenti carichi di bestiame sul comportamento dell'incendio e sulla severità dell'incendio in funzione delle differenti condizioni meteorologiche riscontrabili nell'area di studio. L'area di studio, localizzata nella Sardegna centrale, è principalmente coperta da pascoli arborati, sui quali sono stati effettuati campionamenti del carico di combustibile all'inizio e alla fine della stagione estiva, finalizzati alla determinazione della variabilità spaziale del carico di combustibile nelle aree pascolate e non pascolate. Un set di simulazioni è stato condotto mediante il simulatore FARSITE, utilizzando un campione casual di punti di ignizione, allo scopo di ottenere mappe di probabilità e di severità di incendio per i differenti trattamenti e condizioni ambientali. Lo studio ha fornito dati utili per la stima dell'effetto del pascolamento sul comportamento dell'incendio, e sulla identificazione delle aree con la più alta probabilità e severità di incendio. Strategie di riduzione del combustibile sono state inoltre testate mediante il simulatore di propagazione allo scopo di pianificare gli interventi di prevenzione e di lotta attiva agli incendi.

Environ cinquante pour cent de l'île de Sardaigne sont couverts de prairies, de pâtures boisées ouvertes et de cultures fourragères. Excepté les cultures fourragères, principalement concentrées dans les plaines agricoles, les autres couverts sont situés dans une matrice complexe avec la végétation arbustive et des forêts à feuilles larges; ce paysage fragmenté a été produit par diverses perturbations anthropogéniques, telles que la déforestation, le pacage, les incendies de forêt et autres modifications d'utilisation du sol. Ces structures de paysage affectent fortement l'expansion et le comportement de l'incendie, étant donné que la propagation est un effet combiné des composantes environnementales suivantes: végétation, climat et terrain. Par ailleurs, les zones couvertes par la végétation herbacée sont caractérisées par une fréquence importante d'inflammations dues à un large spectre de raisons, des causalités à l'incendie criminel, d'un accident à la fraude. Quelles que soient les causes et la structure du paysage en question, le risque de brûlage est lié à la quantité et la qualité de biomasse combustible. Les herbivores affectent ces deux traits de la biomasse. Cet article clarifie le rôle des herbivores dans la réduction du risque d'incendie dans une forêt méditerranéenne typique de *Quercus* spp. Plus particulièrement, les objectifs de cette étude sont: (i) l'utilisation d'un simulateur d'expansion d'incendie pour la prévision de la probabilité d'incendie dans une forêt pâturage méditerranéenne, et (ii) l'estimation des effets de la pression de pâturage sur le comportement et la gravité de l'incendie en fonction des différentes conditions météorologiques observables dans la zone ciblée. La zone d'étude, située dans la zone du haut plateau central de la Sardaigne, est principalement couverte par les pâturages boisés. Des échantillons de charge combustible ont été collectés au début et à la fin de la saison des incendies pour définir la variation spatiale du modèle de combustible herbacé dans les conditions herbacées et non herbacées. Plusieurs simulations ont été établies à l'aide du simulateur de zone d'incendie FARSITE en utilisant un échantillon aléatoire de points d'inflammation en vue d'obtenir des cartes de probabilité et de gravité de l'incendie pour les différentes conditions de traitement et environnementales. L'étude a fourni des données utiles pour évaluer les effets de la pression de pâturage sur le comportement de l'incendie et identifier les zones à forte probabilité d'incendie, haut niveau de danger et par conséquent, fort potentiel de risque d'incendie. Les stratégies de réduction du combustible ont été testées par le simulateur pour planifier la prévention des incendies et des pratiques de gestion des incendies.

FBR.64 - Extreme Wildfire Spread and Behavior: A Case Study from North Sardinia (Oschiri, 2011)

Mavuli S.¹, Falchi S.¹, Piga A.¹, Salis M.^{2,3}

1. Corpo Forestale e di Vigilanza Ambientale, STIR Sassari; 2. Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy; 3. Euro Mediterranean Center on Climate Change (CMCC), Impacts on Agriculture Forests and Natural Ecosystems (IAFENT), Sassari, Italy

smavuli@regione.sardegna.it, miksalis@uniss.it

The more critical fire seasons are usually characterized by the occurrence of one or more days with extreme environmental conditions. On these days, fires can burn hotter and can quickly get out of hand originating large and severe wildfires. In these situations containment and extinguishment of wildfires are critical for fire managers, that also have the imperative goal to keep their fire crews, people and animals safe. The Oschiri wildfire we will present in this paper is an example of large and severe wildfire occurred with extreme environmental conditions. The fire was ignited on July 13, 2011 in the Oschiri municipality (North Sardinia), and burned about 2,500 ha of wooded and herbaceous pastures and oakwoods in few hours, from 12:45 to 23:30. The fire day was characterized by hot temperatures, related to the effect of air masses moving from inland North Africa to the Mediterranean Basin, and strong winds from west-south west; this is one of the typical weather pattern associated with large fires in North Sardinia (e.g.: 23 July 2007, 23 July 2009). Weather conditions, fuels and topography factors that strongly affected the fire will be accurately analyzed. Moreover, a detailed overview of observed fire spread and behavior and of post-fire vegetation recovery will be presented. The fire spread and behavior data collected during the event will be also compared with the results obtained by FARSITE (Finney, 1994) and FLAMMAP (Finney, 2003) models. The main goal of this paper is to thoroughly study the fire behavior of a relevant and recent case study, in order to learn from it and lessen the chance of making potential mistakes or hazardous firefighting operations in the same environmental conditions. Furthermore, a crucial point is to teach and prepare the fire crews not to be surprised by severe or abrupt fire behavior under extreme environmental conditions. For these reasons, the combination of analysis, knowledge and awareness of historical case studies, field experience and computer modeling represent a key learning technique.

Keywords: *fire behaviour, extreme weather conditions, FARSITE*

Le stagioni degli incendi più critiche sono generalmente caratterizzate da una o più giornate con condizioni ambientali estreme. In tali giornate, gli incendi possono propagarsi con intensità elevate e possono facilmente sfuggire al controllo, dando origine a incendi boschivi estesi e di notevole severità. In queste situazioni il contenimento e l'estinzione degli incendi sono aspetti critici per chi è responsabile delle operazioni antincendio, considerato che uno degli obiettivi più importanti è garantire la sicurezza di squadre antincendio, persone e animali. L'incendio di Oschiri che presenteremo in questo lavoro costituisce un esempio di incendio boschivo esteso e di rilevante severità, sviluppatosi in una giornata con condizioni ambientali estreme. L'incendio è stato appiccato il 13 Luglio 2011 nel territorio comunale di Oschiri (Nord Sardegna) e ha interessato, nel giro di poche ore (dalle 12:45 alle 23:30), una superficie di circa 2,500 ha di pascoli arborati ed erbacei e boschi di Quercus. La giornata del 13 Luglio è stata caratterizzata da temperature molto elevate, riconducibili all'effetto del movimento di masse d'aria calda dal Nord Africa verso il bacino del Mediterraneo, e da forti venti provenienti da ovest sud-ovest; queste condizioni rappresentano uno dei pattern meteorologici frequentemente associato agli incendi più estesi nel Nord Sardegna (es. 23 Luglio 2007; 23 Luglio 2009; etc.). Verranno analizzati nel dettaglio le condizioni meteorologiche, la vegetazione e l'effetto della topografia, fattori che hanno influenzato la propagazione e il comportamento dell'incendio. Inoltre, verrà presentata una panoramica dettagliata del comportamento e della propagazione spaziotemporale dell'incendio, nonché delle prime fasi del recupero post-incendio della vegetazione. I dati osservati di propagazione e comportamento dell'incendio saranno comparati con i risultati ottenuti mediante l'uso dei modelli FARSITE (Finney, 1994) e Flammap (Finney, 2003). L'obiettivo principale di questo lavoro è di analizzare dettagliatamente il comportamento di un incendio recente e di notevole importanza, al fine di acquisire l'esperienza storica e ridurre la possibilità di commettere errori potenziali o operazioni di lotta attiva pericolose in condizioni ambientali simili a quelle del caso studio di Oschiri. Per queste ragioni, la combinazione di analisi, conoscenze e

consapevolezza di quanto accaduto in casi studio storici, esperienza maturata sul campo e analisi col supporto di strumenti modellistici rappresentano una tecnica di apprendimento fondamentale.

Les saisons des incendies les plus critiques sont généralement caractérisées par la survenue d'un ou de plusieurs jours avec des conditions environnementales extrêmes. Lors de ces journées, des feux peuvent dégager une énorme chaleur et échapper rapidement au contrôle donnant lieu à de graves incendies de forêt. Dans ces situations, le confinement et l'extinction des feux de broussailles sont critiques pour les gestionnaires de feu, qui ont également l'objectif impératif de sauvegarder leurs équipes de pompiers, les gens et les animaux. L'incendie d'Oschiri, que nous présentons dans cet article, est un exemple d'incendie grave et de grande envergure survenu dans des conditions environnementales extrêmes. L'incendie s'est déclaré le 13 juillet 2011 dans la commune d'Oschiri (nord de la Sardaigne) et il a brûlé en quelques heures (de 12 h 45 à 23 h 30 environ) 2,500 ha de pâturages couverts de bois et d'herbes, ainsi que des chênaies. Le jour de l'incendie a été caractérisé par des températures très élevées, liées à l'effet des masses d'air se déplaçant de l'intérieur de l'Afrique du Nord vers le bassin Méditerranéen, et de forts vents d'ouest-sud-ouest : il s'agit là de l'une des conditions météorologiques typiques associées à de grands feux dans le nord de la Sardaigne (par exemple : le 23 juillet 2007, le 23 juillet 2009). Nous analyserons soigneusement les conditions météorologiques, les combustibles et les facteurs qui ont fortement influé sur l'incendie. Nous présenterons également un aperçu détaillé de la propagation et du comportement du feu observés, ainsi que du rétablissement de la végétation après l'incendie. Les données collectées concernant la propagation et le comportement du feu pendant l'événement seront également comparées avec les résultats obtenus à l'aide des modèles FARSITE (Finney, 1994) et FLAMMAP (Finney, 2003). L'objectif principal de notre article est d'étudier en profondeur le comportement du feu sur une étude de cas pertinente et récente, afin d'en apprendre les risques liés à d'éventuelles erreurs ou opérations de lutte contre les incendies dangereux, dans les mêmes conditions environnementales, et par conséquent de les réduire. De plus, un point crucial est d'enseigner et de préparer les équipes de pompiers à ne pas être surprises par le comportement d'un grave incendie ou de son comportement brutal dans des conditions environnementales extrêmes. Pour ces raisons, la combinaison de l'analyse, de la connaissance et de la sensibilisation des études de cas historiques, d'une expérience sur le terrain et de la modélisation informatique représente une technique d'apprentissage clé.

FBR.65 - The use of multispectral satellite images for the morphometric analysis and mapping of burned areas

Lovreglio R.¹, Pani D., Leone V.², Cicalò G.O.³

1. Department of Economics and Woody Plant Systems (DESA), University of Sassari, Italy; 2. Università degli Studi della Basilicata; 3. Regione Sardegna – Assessorato alla Difesa dell'Ambiente

lovreglio@uniss.it, daniela.pani@gmail.com, leone@unibas.it, gcicalo@regione.sardegna.it

The National Law concerning forest fire control (L. 353/2000) obliges Municipalities to yearly implement the cadastre of burned areas, which land use must remain unchanged for a specific period of time established by the law prescriptions. Large emphasis is given in bibliography to methodologies for the survey of burned areas, through remote sensed multispectral data. Such data and their cartographical details satisfy operative needs of regional authorities (CFVA - Civil Protection Department) which are called to help regional and local authorities in the management of their territory. In 2009 the Sardinian Civil Protection Department has launched an important project of SPOT5 multispectral data acquisition with the aim of mapping the boundaries of burned areas. The SPOT5 multispectral images are oriented to both the implementation of spectral (NBR-BI) indexes for the automatic pixel detection of burned areas and the enhancement of photointerpretation techniques. The image processing results have been validated by using the perimeters of burned areas surveyed immediately after fire and ignition points as identified by field operators. The integration of such data with the Government geographical databases allows a pointed evaluation of the vegetation coverage damages and to plan the relative restoration activities. Both the perimeters of burned areas and the analysis of their geometric shapes are crucial elements for defining the fire trigger point as well as planning the post-fire investigation activities. The Physical Evidences Method fully exploits the shape of burned areas in the process of investigation aimed to identify the starting point and define causes and motivations of fires. The application of such advanced technologies is essential to the Civil Protection for improving the of the AIB prevention activity management based on a better knowledge of fire blaze events.

Keywords: *Fire, SPOT5 multispectral data, mapping, prevention*

La legge nazionale in materia di controllo degli incendi boschivi (L.353/2000) obbliga i Comuni ad aggiornare annualmente il catasto delle aree incendiate, la cui destinazione d'uso deve rimanere invariata per un determinato periodo di tempo, secondo quanto prescritto dalla legge. Grande enfasi viene data nella bibliografia alle metodologie per il rilevamento delle aree incendiate, attraverso dati multispettrali telerilevati. Tali dati e i loro dettagli cartografici rispondono alle esigenze operative delle autorità regionali (CFVA - dipartimento della Protezione Civile), che sono chiamate ad aiutare le autorità regionali e locali nella gestione del territorio. Nel 2009, il Dipartimento sardo della Protezione Civile ha lanciato un importante progetto di acquisizione di dati multispettrali SPOT5 con l'obiettivo di mappare i confini delle aree incendiate. Le immagini multispettrali SPOT5 sono orientate sia alla realizzazione di indici spettrali (NBR-BI) per la rilevazione automatica dei pixel delle aree incendiate, sia al potenziamento delle tecniche di foto-interpretazione. I risultati dell'elaborazione delle immagini sono stati convalidati utilizzando i perimetri delle aree incendiate, rilevati immediatamente dopo l'incendio, e i punti d'innesco, così come identificati dagli operatori del settore. L'integrazione di tali dati con i database geografici governativi permette una valutazione mirata dei danni alla copertura vegetale e la pianificazione delle relative attività di ripristino. Sia i perimetri delle aree incendiate, sia l'analisi delle rispettive forme geometriche sono elementi cruciali per la definizione del punto d'innesco dell'incendio così come per la pianificazione delle attività investigative post-incendio. Il Metodo delle evidenze fisiche sfrutta a pieno la forma delle aree incendiate nel processo d'indagine volto a identificare il punto di partenza e a definire le cause e le motivazioni degli incendi. L'applicazione di tali tecnologie avanzate è fondamentale affinché la Protezione Civile migliori la gestione delle attività di prevenzione AIB, basate su una migliore conoscenza degli eventi incendiari di grandi dimensioni.

La loi nationale concernant le contrôle des incendies de forêt (Loi no 353/2000) oblige les municipalités à mettre à jour annuellement le cadastre des zones brûlées, dont l'utilisation du sol doit rester inchangée pendant une période de temps spécifique, fixée par la loi. La bibliographie met un grand accent sur les méthodologies visant à étudier les

zones brûlées par le biais des données de télédétection multispectrale. Ces données et leurs détails cartographiques doivent satisfaire les besoins opérationnels des autorités régionales (CFVA — Département de la Protection civile) qui sont appelées à aider les autorités régionales et locales dans la gestion de leur territoire. En 2009, le Département de la Protection civile de Sardaigne a lancé un important projet d'acquisition multispectrale des données (SPOT5) en vue de cartographier les limites des zones brûlées. Les images multispectrales SPOT5 servent non seulement à la mise en œuvre d'indices spectraux (NBR-BI) pour déceler automatiquement les pixels des zones brûlées, mais aussi à améliorer les techniques de photo-interprétation. Les résultats du traitement des images ont été validés en utilisant les périmètres des zones brûlées surveillées immédiatement après l'incendie et les points d'inflammation tels qu'identifiés par les opérateurs sur le terrain. L'intégration de ces données avec les bases de données géographiques gouvernementales permet une évaluation pointue des dommages subis par le couvert végétal et la planification des activités correspondantes de rétablissement. Tant les périmètres des zones brûlées que l'analyse de leurs formes géométriques sont des éléments cruciaux pour définir le point d'amorçage de l'incendie, ainsi que la planification des activités d'enquête postincendie. La méthode des preuves physiques exploite pleinement la forme des zones brûlées dans le processus d'enquête visant à identifier le point de départ et à définir les causes et les motifs des incendies. L'application de ces technologies de pointe est essentielle pour la protection civile : elle pourra ainsi améliorer la gestion de l'activité de prévention AIB en la fondant sur une meilleure connaissance des foyers d'incendie gigantesques.

FBR.66 - Crown fires in conifer forests of the world: Do you have something to contribute or would like to know about something?

Cruz M.G.¹, Alexander M.E.², Vaillant N.M.³, Peterson D.L.⁴

1. CSIRO Ecosystem Sciences and CSIRO Climate Adaptation Flagship - Bushfire Dynamics and Applications, GPO Box 284, Canberra, ACT 2601, Australia; 2. University of Alberta, Department of Renewable Resources & Alberta School of Forest Science and Management, Edmonton, AB, T6G 2H1, Canada; 3. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Western Wildland Environmental Threat Assessment Center, 1200 Franklin Way, Sparks, NV, 89431, USA; 4. USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station, Pacific Wildland Fire Sciences Laboratory, 400 N 34th Street, Suite 201, Seattle, WA 98103, USA

miguel.cruz@csiro.au, mea2@telus.net, nvaillant@fs.fed.us, peterson@fs.fed.us

We are presently engaged in a project supported by the U.S. Joint Fire Science Program aimed at synthesizing the currently available information on crown fire behaviour in conifer forests (e.g., the onset of crowning, type of crown fire and the associated spread rate and fireline intensity) in relation to the wildland fire environment (i.e. fuels, weather and topography). While the focus is on the conifer forests of the United States and adjacent areas of Canada, the synthesis is intended to be global in nature and is intended for multiple audiences ranging from the general public to college students to fire and land managers to university professors and other researchers. In addition to summarizing the existing scientific and technical literature on the subject, project members are also actively seeking assistance from individuals in the form of field observations of crown fires and related experiences as well as still pictures and video footage in both natural forest stands and industrial plantations. Information from all regions of the globe are being sought. Finally, we are interested in hearing from you as to your opinions on the subject of crown fires and any specific questions and/or research needs/knowledge gaps that you would like to see addressed or discussed in this crown fire synthesis project. Please feel free to contact any member of the crown fire synthesis project team. For further information, visit our project website (<http://www.fs.fed.us/wwetac/projects/alexander.html>).

Keywords: *crown fires, research programs*



Index of Abstracts

PROTERINA-C Project	i
Scientific Committee.....	iii
Organizing Committee.....	v
Scientific Secretariat.....	v
Organizing Secretariat	v
Convenors	vi
Foreword.....	vii
Keynote Speakers.....	viii
PR.1 - An overview of the Proterina-C European project.....	3
PR.2 - Fuel types and potential fire behavior in Sardinia and Corsica islands: a pilot study.....	5
PR.3 - Fire propagation modeling.....	7
PR.4 - IFI: applications at local and regional scale in the Euro-Mediterranean area.....	9
PR.5 - RISICO: A decision support system (DSS) for dynamic wildfire risk evaluation in Italy.....	11
PR.6 - European projects on forest fires	13
PR.7 - The Fire Paradox Project: an Overview.....	15
PR.9 - The ALP FFIRS project: towards a common Alpine forest fire management perspective	16
PR.10 - SIGRI: a national project for forest fire management.....	18
PR.11 - ArcFIRE™ on the BRISEIDE Platform	20
PR.12 - Indigenous fire management and carbon abatement: the WALFA project in Northern Australia	23
KN.1 - Residential fire destruction during wildfires: A home ignition problem.....	27
WUI.1 - Modelling the scattered urbanization process within RUI for forest fire risk control planning	28
WUI.2 - Patterns and drivers of wildfire occurrence at the urban interface in Sydney, Australia	31
WUI.3 - Evacuation, shelter in place, forced confinement or run-away? The reality of fire situations in the WUI in Europe.....	33
WUI.4 - An analysis on Wildland Urban Interface in Portugal.....	35
WUI.5 - A methodology for the assessment of infrastructures vulnerability to forest fires in wildland urban interfaces.....	37
WUI.6 - CFD Modeling of interaction between crown forest fires and urban structures	38
WUI.7 - Firebrand attack – the most dominant ignition risk in Australia.....	40
WUI.8 - An innovative approach for wildfire risk spatial assessment in wildland-urban-interfaces: a study case in South of France.....	41
WUI.9 - Multiscale modelling of forest fire smoke emissions impact on urban air quality at the pedestrian level.....	42
WUI.10 - Investigating zone models based for compartment fire modeling.....	44

WUI.11 - Multi-criteria modelling of wildfire risk at wildland-urban interfaces residential building scale	45
WUI.12 - Wildland-Urban Interface and forest fire ignition in Alpine conditions.....	47
WUI.13 - The analysis of facility and building in wildland-urban interface using GIS in Kyeongsangbuk-Do, Korea.....	49
WUI.14 - European software tools for mapping Wildland Urban Interfaces in the Mediterranean context...	51
WUI.15 - Australian bushfires and the property loss they cause.....	53
WUI.16 - Improving educational aspects as a way to prevent fire risk in fire prone communities. Cases of study in Spain.....	55
WUI.17 - Ligurian pilot project for forest fire risk prevention: sustainable autoprotection of small community	57
WUI.18 - Wildland-urban interface dynamics during the last 50 years in North East Sardinia	58
WUI.19 - A common approach for fire risk analysis within the Proterina-C project.....	60
KN.2 - Weather, climate and wildland fire	65
CF.1 - Extreme events as represented by high resolution CMCC Climate Models at Global and Regional (Euro-Mediterranean) Scale	66
CF.2 - The weather circulation analysis over Croatia during forest fire seasons 1981-2010	68
CF.3 - Assessing fuels treatments in southern California National Forests and WUI in the context of climate change.....	70
CF.4 - Simulating effects of climate changes, land use, and land management on vegetation, fuels, and wildfire risk in the wildland urban interface and beyond, Northern Rocky Mountains, USA	72
CF.5 - Climate projection for the Mediterranean and implications for the forest fire risk (with a stress on Sardinia)	74
CF.6 - Climate effect on forest fire static risk assessment	76
CF.7 - Detailed downscaling through ensemble techniques of the regional climate models for a fire weather indices projection in the Alpine region	78
CF.8 - Climate change and wildfire risk in Croatia.....	80
CF.9 - Climate-induced fire danger potential predicted in the Altai-Sayan mountains, Central Asia, during the Holocene	82
CF.10 - An integrated mesoscale weather and fire propagation forecasting tool.....	84
CF.11 - Vulnerability assessment of Sardinia (Italy) to extreme rainfall events	86
CF.12 - Assessment of climate variability in Sardinia and Liguria	87
CF.13 - Regional frequency analysis by the L-moments approach of annual maxima of daily rainfall in Sardinia	89
CF.14 - Climate change effects on fire occurrence and spread in Sardinia and Corsica.....	91
CF.15 - Historical relationship between climate and fire regime in Asağı Köprüçay Basin (Antalya, Turkey)	93
CF.16 - Trends in number of fires and burned area and their relationships with climatic variables across regions in Spain during 1974-2008	95
CF.18 - Use of long-term weather forecasts in fire season planning.....	97



CF.19 - SIGYM-3: new approaches for the transfer of technology in the assessment on forest fire meteorology and fire management	99
CF.20 - Potential impact of climate change on length of ignition danger season in Mediterranean shrubland of North Sardinia	101
CF.21 - Automatic optimisation to improve wind field predictions.....	103
CF.22 - Potential changes in fire probability and severity under climate change scenarios in Mediterranean areas	105
CF.23 - Climate change impacts on forest fire risk scenarios	108
CF.24 - High-resolution fire danger rating in Sardinia: introducing regional meteorological modelling and forecasts in RISICO.....	110
CF.25 - An operational diagnostic chain, implemented within the Proterina-C project, to include weather measures in RISICO model.....	112
CF.26 - Fire–weather relationship in the Italian peninsula	114
CF.27 - Evaluation of climatic risk for crops with phenological models	116
KN.3 - An integrated weather/fire modeling system for fire risk assessment.....	121
FBR.1 - Modelling fire occurrence probability in Mediterranean Europe: comparing the results of multiple linear regression and random forest methods	122
FBR.2 - Is fire suppression reducing large fires in number and size in Spain? Years 1968-2009.....	124
FBR.3 - Point pattern analysis of forest fire occurrence in Canton Ticino (Switzerland)	126
FBR.4 - Managing fire risk in temperate forests: insights from the 2009 Victorian (Australia) bushfires	128
FBR.5 - Fire spread in ageing Calabrian Pine slash.....	129
FBR.6 - Estimation of fire load using remote sensing methods	130
FBR.7 - Experimental study on the coupling between flame and porous forest fuels	132
FBR.8 - Fire behavior modeling in laboratory experiments.....	134
FBR.9 - Effects of fire and stand age, on carbon fluxes, carbon sequestration, and water use in the chaparral of Southern California.....	135
FBR.10 - Modeling weather, orographic effects, and fire-atmosphere interactions in the unfolding of large wildfires	136
FBR.11 - Crown forest fire initiation in three dimensional setting.....	138
FBR.12 - TIGER LAB: dynamic integration of wind simulator with combustion and convection processes to model fire propagation in heterogeneous landscapes	139
FBR.13- Evaluation of the performances of the fire simulators FOREFIRE and FARSITE in Mediterranean areas	141
FBR.14 - Advances in modelling wildfire risk on federal lands in the US.....	143
FBR.15 - Natural and social factors influencing wildfires risk at local spatial scale.....	145
FBR.16 - Fire emission estimates in the boreal forests of Siberia	147
FBR.17 - Estimating volume and shape factor of laboratory spreading fires using a computer vision framework	149

FBR.18 - A case study on the role of a long term fire assessment in management of long-duration fires in the Blue Mountains of the northwestern United States	151
FBR.19 - Vegetation dynamism in the mixed conifer/broadleaves species artificial stands crossed by fire. The Arci Mountain case study in Sardinia	153
FBR.20 - Experimental investigation into dynamics of flame temperature characteristics during burning of combustible plant materials by IR methods.....	155
FBR.21 - Fire impact on carbon balance and components of forest ecosystems of Siberia, Russia	157
FBR.22 - The use of satellite imagery for the assessment of fire risk associated with repetitive armed conflicts in North Lebanon	159
FBR.23 - Mapping of fire danger potential in Sinop-Boyabat Forest enterprise.....	162
FBR.24 - Random level-set method to model fire-induced turbulent flow in wildland fire propagation.....	163
FBR.25 - Quantifying prescribed fire effectiveness in theory and in practice	165
FBR.26 - Study of the combustion of the evolved gases in wildland fires and the emission of pollutants.....	167
FBR.27 – Smoke toxicity of Mediterranean species	168
FBR.28 - The comparison of the fuel moisture change on deciduous forests in Korea East Sea Region in spring and fall.....	169
FBR.29 - A study on the risk rating of Korean forest fires by using GIS	170
FBR.31 - Enhancing forest fires preparedness in Portugal: the relevance of integrating risk communication with community engagement and development	172
FBR.32 - Relationship between fire-line intensity and flame length.....	174
FBR.33 - Prescribed burning effects on soil and plant communities of a Turkey oak forest and a shrubland in Cilento and Vallo di Diano National Park (Campania, Italy).....	176
FBR.34 - Multitemporal burnt area detection methods based on a couple of images acquired after the fire event	178
FBR.35 - Muravera 2010: analysis of an extreme wildfire	179
FBR.36 - Parametric uncertainty quantification in the context of wildland fire spread.....	181
FBR.37 - Tiger Hazard: software to assess wildfire spread including spotting	183
FBR.38 - Muravera 2010: analysis of a “quasi-entrapment” in the light of the LACES security protocol.....	185
FBR.39 - Spatial patterns of wildfire risk in Sardinia	186
FBR.40 – “Mastros de Fogu” - Group of analysis and use of fire from CFVA – A presentation.....	188
FBR.41 - Prescribed burning and tactical fires potential effects on fire risk mitigation: the Sardinian experience	190
FBR.42 - A method to estimate the ignition characteristics of forest litter	192
FBR.43 - The 1983 Curraggia (Sardinia) wildfire. Analysis of an entrapment.....	194
FBR.45 - Different approaches for kinetic study of peat pyrolysis	197
FBR.46 - The potential of remote sensing measurements of canopy reflectance for the evaluation of fuel moisture content and fire hazard mapping.....	198



FBR.47 - The prediction of future forest fire occurrence using Canadian fire weather index (FWI) in Kangwon province, Korea	200
FBR.48 - Fire risk and local communities.....	202
FBR.49 - Pilot projects in Sardinia's test areas - the case of Siligo (SS)	204
FBR.50 - A stochastic Forest Fire Model for fire regime analysis	205
FBR.51 - Ten years fire observations from space: trends and anomalies of African fires.....	207
FBR.52 - Controlled vegetation fires as a means to adapted intensification of land use in tropic and sub-tropic ecosystems: Case of Benin (Western Africa)	209
FBR.53 - Using real time remote sensing data in the RISICO system: the case study of Sardinia region	211
FBR.54 - Improving management decisions in Portuguese forests through fire behaviour modeling: Guidelines to support a sustainable landscape.....	213
FBR.55 – Analysis of risk awareness and knowledge of the prevention system for fire and hydrogeological risk in Liguria also with reference to climate change	216
FBR.56 - Ligurian pilot project for forest fire risk prevention: prescribed burning	218
FBR.57 - Evaluation of airborne and terrestrial laser scanning in Mediterranean forest fuel type characterization	219
FBR.58 - Estimating vegetation fire emissions from Sardinian wildland fires (2003-2009)	221
FBR.59 - Fire behavior analysis of the Anela (Sardinia) wildfire (1945)	223
FBR.60 - Evaluation of artificial neural network techniques in predicting fire danger	225
FBR.61 - An application of the level-set method to fire front propagation.....	227
FBR.62 - Evaluation of some fuel moisture codes in Mediterranean shrubland of North Sardinia.....	229
FBR.63 - Spatial heterogeneity of fire spread and behaviour in a Sardinian wooded pasture.....	231
FBR.64 - Extreme Wildfire Spread and Behavior: A Case Study from North Sardinia (Oschiri, 2011)	233
FBR.65 - The use of multispectral satellite images for the morphometric analysis and mapping of burned areas	235
FBR.66 - Crown fires in conifer forests of the world: Do you have something to contribute or would like to know about something?.....	237
Index of Abstracts.....	239
List of Authors.....	244

List of Authors

A

<i>Abatzoglou J.T.</i>	70
<i>Ager A.A.</i>	91; 105; 143; 186
<i>Agranat V.M.</i>	38
<i>Aicardi G.</i>	116
<i>Akhloufi M.</i>	149
<i>Alexander M.E.</i>	237
<i>Amorim J.H.</i>	42
<i>Aney W.C.</i>	151
<i>Arca A.</i>	103; 219
<i>Arca B.</i>	5; 9; 58; 60; 74; 91; 93; 101; 103; 105; 112; 141; 186; 219; 221; 225; 227; 229; 231
<i>Ascoli D.</i>	176
<i>Astyakopoulos A.</i>	20
<i>Attar A.A.</i>	44

B

<i>Bacciu V.</i>	5; 9; 60; 101; 105; 114; 186; 190; 221; 225
<i>Balbi J.H.</i>	141
<i>Barbarino S.</i>	78
<i>Barboni T.</i>	5; 168; 174
<i>Bartoli P.</i>	132
<i>Batazza F.</i>	18
<i>Batista A.C.</i>	134
<i>Batteta E.</i>	202
<i>Baysal I.</i>	129
<i>Becchia A.</i>	188
<i>Bedia J.</i>	95
<i>Bellucci A.</i>	66
<i>Benoit J.W.</i>	121
<i>Bertone E.</i>	218
<i>Beruto M.</i>	116
<i>Beutling A.</i>	134
<i>Bianco G.</i>	204; 211
<i>Bilgili E.</i>	129
<i>Biondi G.</i>	11; 60; 108
<i>Blanchi R.</i>	40
<i>Blyakharchuk T.A.</i>	82
<i>Bodini A.</i>	76; 86; 87; 89
<i>Bogorodskaya A.V.</i>	157
<i>Bonazountas M.</i>	20
<i>Bonora L.</i>	37; 178

<i>Borges J.G.</i>	213
<i>Borrego C.</i>	42
<i>Bortolu S.</i>	229
<i>Bosseur F.</i>	141
<i>Botequim I.B.</i>	213
<i>Bouillon C.</i>	45; 51
<i>Brachetti Montorselli N.</i>	37
<i>Bradstock R.</i>	31; 128; 165
<i>Brigaglia S.</i>	194
<i>Brown T.J.</i>	70
<i>Bucchignani E.</i>	66

C

<i>Caballero D.</i>	33; 99
<i>Cabiddu S.</i>	179; 185; 188; 194
<i>Calkin D.</i>	143
<i>Camia A.</i>	122
<i>Cancellieri D.</i>	5; 197
<i>Cane D.</i>	16; 78
<i>Canu S.</i>	87; 112; 211
<i>Capece P.</i>	204; 211
<i>Capponi L.</i>	57
<i>Carboni S.</i>	202
<i>Cardil Forradellas A.</i>	124
<i>Carlà R.</i>	178
<i>Castiglia C.</i>	110
<i>Castro Rego F.</i>	15; 139; 183
<i>Casula F.</i>	51; 190; 223
<i>Casula M.</i>	110; 112
<i>Catalanotti A.E.</i>	176
<i>Cavalli G.</i>	112; 211
<i>Chas-Amil M.L.</i>	145
<i>Chaves Pereira J.M.</i>	181
<i>Chen S.</i>	121
<i>Chiaramonti N.</i>	168
<i>Chiuri F.</i>	57
<i>Cicalò G.O.</i>	202; 235
<i>Cinus S.</i>	202
<i>Citterio G.</i>	153
<i>Clerici M.</i>	207
<i>Coen J.L.</i>	136
<i>Cohen J.</i>	27
<i>Cola G.</i>	116
<i>Concu N.</i>	23
<i>Conedera M.</i>	47; 126
<i>Conese C.</i>	178

<i>Congiu F.</i>	188; 194
<i>Congiu G.</i>	112
<i>Cosgun U.</i>	93
<i>Cossu Q.A.</i>	76; 86; 87; 89
<i>Coutinho M.</i>	42
<i>Cruz M.G.</i>	237

D

<i>D'Andrea M.</i>	11; 110; 112; 205; 211
<i>D'Anna A.</i>	139
<i>D'Aquino M.</i>	139
<i>D'Ascoli R.</i>	176
<i>Darabiha N.</i>	167
<i>Deiana A.</i>	188
<i>Deiana E.</i>	179; 185; 188
<i>Delogu G.</i>	179; 185; 188
<i>Dessy C.</i>	110; 112; 223
<i>Di Battista F.</i>	116
<i>Di Carlo L.</i>	112
<i>Diana G.</i>	188; 190
<i>Dinc Durmaz B.</i>	129
<i>Dubrovski M.</i>	74
<i>Duce P.</i>	5; 9; 58; 74; 101; 103; 105; 141; 186; 219; 221; 225; 227; 229; 231

E

<i>Entrade E.</i>	76; 87; 89
<i>Ervilha A.R.</i>	181
<i>Espinasse B.</i>	28
<i>Espósito A.</i>	176

F

<i>Falchi S.</i>	223; 233
<i>Fanti S.</i>	3
<i>Farris G.</i>	190
<i>Farris O.</i>	190
<i>Federici S.</i>	116
<i>Fernandes P.M.</i>	213
<i>Fernandes Pereira J.C.</i>	181
<i>Fernández Ramiro M.M.</i>	51
<i>Ferrara R.</i>	58; 219
<i>Ferrat L.</i>	5
<i>Ferrucci F.</i>	18
<i>Ficca G.</i>	110
<i>Fierro García B.</i>	51

<i>Filippi J.B.</i>	141
<i>Filkov A.I.</i>	196; 197
<i>Finney M.A.</i>	91; 105; 143; 186
<i>Fiorucci P.II.</i>	57; 60; 76; 87; 108; 110; 112; 205; 211
<i>Flannigan M.</i>	65
<i>Fois C.</i>	190; 223
<i>Fois G.</i>	112
<i>Franca A.</i>	231
<i>Franciosi C.</i>	60; 108
<i>Fujioka F.M.</i>	121

G

<i>Gaetani F.</i>	11; 76
<i>Galardi M.</i>	3; 218
<i>Ganteaume A.</i>	41
<i>Ghironi M.</i>	116
<i>Ghisu T.</i>	103; 227
<i>Giannini R.</i>	153
<i>Giannino F.</i>	139
<i>Girnius T.P.</i>	53
<i>Gladky D.A.</i>	196
<i>Gollini A.</i>	11
<i>González-Cabán A.</i>	121
<i>Gregoire G.M.</i>	207
<i>Grishin A.M.</i>	196
<i>Grosso G.</i>	218
<i>Gualdi S.</i>	66
<i>Guardavilla A.</i>	116
<i>Gungoroglu C.</i>	93
<i>Gutiérrez J.M.</i>	95

H

<i>Harbert S.R.</i>	151
<i>Heathfield D.</i>	139; 183
<i>Hénaff Q.</i>	45
<i>Hirn B.</i>	18
<i>Holmes T.</i>	205
<i>Houessou L.</i>	209

I

<i>Idini M.</i>	112
<i>Incollu G.</i>	219
<i>Ivanova G.A.</i>	147; 157

J

<i>Jahjah M.</i>	18
<i>Jappiot M.</i>	41

K

<i>Kalin L.</i>	68; 97
<i>Kallidromitou D.</i>	20
<i>Kanellopoulos S.</i>	20
<i>Kanevski M.</i>	126
<i>Karampouriotis I.</i>	20
<i>Kavgaci A.</i>	93
<i>Keane R.</i>	72
<i>Kivistö V.</i>	183
<i>Kolden C.A.</i>	70
<i>Koo K.S.</i>	49
<i>Kovaleva N.M.</i>	157
<i>Kucuk O.</i>	162
<i>Kukavskaya E.A.</i>	147; 157
<i>Kuztetsov V.T.</i>	197
<i>Kwiatkowski M.</i>	130
<i>Kwon C.G.</i>	169; 200

L

<i>Lampin C.</i>	41; 45; 51
<i>Laneve G.</i>	18
<i>Lara G.</i>	194
<i>Lee B.</i>	49
<i>Lee H.P.</i>	170
<i>Lee H.S.</i>	170
<i>Lee S.Y.</i>	49; 169; 170; 200
<i>Leonard J.</i>	40
<i>Leone V.</i>	235
<i>Leoni E.</i>	5; 167; 197
<i>Leroy V.</i>	5; 167; 197
<i>Leuchner M.</i>	192
<i>Leutner C.</i>	192
<i>Li Q.</i>	139; 183
<i>Licheri F.</i>	190
<i>Loboda E.L.</i>	155
<i>Loehman R.</i>	72
<i>Long-Fournel M.</i>	41; 45
<i>Lorrai E.</i>	84
<i>Lovett J.</i>	159
<i>Lovreglio R.</i>	235

M

<i>Maffei C.</i>	198
<i>Magari L.</i>	188
<i>Maillé E.</i>	28
<i>Manetti M.</i>	216
<i>Mannu G.</i>	204; 211
<i>Marchi E.</i>	37
<i>Mariani L.</i>	116
<i>Marongiu M.</i>	219
<i>Marroccu M.</i>	84
<i>Martina M.L.V.</i>	86
<i>Martins V.</i>	42
<i>Marzaioli R.</i>	176
<i>Masala F.</i>	114
<i>Masia P.</i>	219
<i>Massidda L.</i>	84; 163
<i>Mavuli S.</i>	223; 233
<i>Mazzoleni S.</i>	139; 176; 183
<i>McClellan C.J.</i>	145
<i>Meher S.</i>	45
<i>Melis L.</i>	188
<i>Meloni B.</i>	202
<i>Menenti M.</i>	198
<i>Menzel A.</i>	192
<i>Micillo F.</i>	218
<i>Miranda A.I.</i>	42
<i>Mitri G.</i>	159
<i>Mokoric M.</i>	68; 97
<i>Molina Terren D.M.</i>	124
<i>Molinier T.</i>	149; 174
<i>Montesarchio M.</i>	66
<i>Moraldo M.</i>	57
<i>Morandini F.</i>	174
<i>Moreno J.M.</i>	95
<i>Morge D.</i>	45
<i>Muntoni G.</i>	194
<i>Murphy P.</i>	135
<i>Murrancas S.</i>	179; 185; 188
<i>Musina G.</i>	190

N

<i>Nader M.</i>	159
<i>Naderabbasi M.</i>	44
<i>Navarra A.</i>	66
<i>Negro D.</i>	11
<i>Novikov D.V.</i>	197

O

<i>Oechel W.</i>	135
<i>Oehler F.</i>	122
<i>Oleggini L.</i>	47
<i>Oliveira S.</i>	122
<i>Orso A.</i>	183
<i>Oumorou M.</i>	209

P

<i>Pagnini G.</i>	163
<i>Pallanza S.</i>	153
<i>Palumbo I.</i>	207
<i>Pani D.</i>	235
<i>Parfenova E.I.</i>	82
<i>Park H.S.</i>	49; 169; 200
<i>Park Y.J.</i>	170
<i>Parodi U.</i>	3; 57; 76; 216; 218
<i>Paton D.</i>	172
<i>Pekel J.F.</i>	207
<i>Pellizzaro G.</i> ..5; 58; 74; 101; 103; 105; 112; 219; 221; 225; 227; 229	
<i>Pelosini R.</i>	16
<i>Peluffo L.</i>	188; 190
<i>Pereira J.M.</i>	122
<i>Perez Y.</i>	5; 167
<i>Perminov V.A.</i>	38; 138
<i>Pesenti Barili B.</i>	116
<i>Peterson D.L.</i>	237
<i>Petretto F.</i>	112
<i>Pezzatti B.</i>	47
<i>Piattino S.</i>	216
<i>Pieri A.</i>	149
<i>Piga A.</i>	223; 233
<i>Pinna Nossai R.</i>	112; 211
<i>Pintus G.V.</i>	58; 231
<i>Pirisi A.M.</i>	190
<i>Podda A.</i>	202
<i>Preisler H.</i>	91
<i>Prestemon J.P.</i>	145
<i>Price O.</i>	31; 128; 165
<i>Pugnet L.</i>	45
<i>Puxeddu M.</i>	153

Q

<i>Quesada C.</i>	33; 55; 99
-------------------------	------------

<i>Quesada D.</i>	55
-------------------------	----

R

<i>Rancati S.</i>	112
<i>Rein G.</i>	197
<i>Renier L.</i>	78
<i>Reyno V.V.</i>	155
<i>Ribalaygua J.</i>	99
<i>Ribeiro C.</i>	42
<i>Ribeiro L.M.</i>	35
<i>Rieiro I.</i>	95
<i>Riggan P.J.</i>	136
<i>Romagnoli E.</i>	168
<i>Ronchi C.</i>	78
<i>Rossi A.</i>	135
<i>Rossi L.</i>	149; 174
<i>Rutigliano F.A.</i>	176

S

<i>Sá E.</i>	42
<i>Salis M.</i> 5; 9; 91; 93; 105; 141; 143; 186; 190; 221; 223; 225; 231; 233	
<i>San-Miguel-Ayanz J.</i>	13; 122
<i>Sanna A.</i>	66
<i>Sanna S.</i>	223
<i>Santoni P.A.</i> 5; 7; 91; 132; 141; 167; 168; 174	
<i>Santurri L.</i>	178
<i>Schunk C.</i>	192
<i>Scoccimarro E.</i>66; 101; 105	
<i>Severino M.</i>	11
<i>Sharypov O.V.</i>	197
<i>Silverstein R.</i>	72
<i>Simeoni A.</i>	132; 197
<i>Sinsin B.</i>	209
<i>Sirca C.</i> 9; 51; 112; 114; 190	
<i>Sirignano M.</i>	139
<i>Soja A.J.</i>	147
<i>Spano D.</i> 5; 9; 91; 93; 114; 141; 186; 190; 221; 223	
<i>Sterzai P.</i>	219
<i>Strumia S.</i>	176

T

<i>Tchebakova N.M.</i>	82
<i>Tedesco N.</i>	202

<i>Tedim F.</i>	172
<i>Teka O.</i>	209
<i>Tesi E.</i>	37
<i>Thompson M.</i>	143
<i>Tison Y.</i>	149
<i>Tola F.</i>	202
<i>Tonini M.</i>	47; 126
<i>Topaloglu O.</i>	162
<i>Torero J.L.</i>	132
<i>Torres L.</i>	99
<i>Touza J.</i>	145
<i>Trasforini E.</i>	60; 108; 112

U

<i>Urbieto I.R.</i>	95
<i>Urgeghe G.</i>	204
<i>Usai L.</i>	194

V

<i>Vaillant N.</i>	143
<i>Vaillant N.M.</i>	237

<i>Van der Molen I.</i>	159
<i>Vega Orozco C.</i>	47; 126
<i>Ventura A.</i>	101; 103; 219; 229; 231
<i>Viana Soares R.</i>	134
<i>Viegas D.X.</i>	35
<i>Vucetic M.</i>	80
<i>Vucetic V.</i>	80

W

<i>Wotton M.</i>	205
<i>Wozniak E.</i>	130

Y

<i>Yun H.Y.</i>	200
-----------------------	-----

Z

<i>Zavala G.</i>	95
<i>Zhila S.V.</i>	157
<i>Zini E.</i>	216



Photo Courtesy of Sardinian Forest Service

ISBN 978-88-6025-190-9