



VESUVIUS

EDUCATION, SECURITY AND PROSPERITY

EDITED BY
FLAVIO DOBRAN



Elsevier
Radarweg 29, PO Box 211, 1000 AE Amsterdam, The Netherlands
The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK

First edition 2006

Copyright © 2006 Elsevier B.V. All rights reserved

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form or by any means electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise without the prior written permission of the publisher

Permissions may be sought directly from Elsevier's Science & Technology Rights Department in Oxford, UK: phone (+44) (0) 1865 843830; fax (+44) (0) 1865 853333; email: permissions@elsevier.com. Alternatively you can submit your request online by visiting the Elsevier web site at <http://elsevier.com/locate/permissions>, and selecting *Obtaining permission to use Elsevier material*

Notice

No responsibility is assumed by the publisher for any injury and/or damage to persons or property as a matter of products liability, negligence or otherwise, or from any use or operation of any methods, products, instructions or ideas contained in the material herein. Because of rapid advances in the medical sciences, in particular, independent verification of diagnoses and drug dosages should be made

Library of Congress Cataloging-in-Publication Data

A catalog record for this book is available from the Library of Congress

British Library Cataloguing in Publication Data

A catalogue record for this book is available from the British Library

ISBN-13: 978-0-444-52104-0

ISBN-10: 0-444-52104-6

For information on all Elsevier publications
visit our website at books.elsevier.com

Printed and bound in The Netherlands

06 07 08 09 10 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

Working together to grow
libraries in developing countries

www.elsevier.com | www.bookaid.org | www.sabre.org

ELSEVIER

BOOK AID
International

Sabre Foundation

CONTENTS

Preface	xv
Acknowledgments	xxi
Introduzione a VESUVIUS 2000	xxiii

Colour Plate Section between page xxx and page 1

Chapter 1

VESUVIUS 2000: Toward Security and Prosperity Under the Shadow of Vesuvius

F. Dobran

Abstract	3
Riassunto	4
1.1. Hostages of Vesuvius	6
1.2. The Vesuvius Area	8
1.3. Vesuvius Consciousness	12
1.4. Security Culture Barriers	14
1.5. Habits of Mind, Incommensurability, and Paradigms	17
1.5.1. Habits of Mind	17
1.5.2. Incommensurability	19
1.5.3. Paradigms	20
1.6. Risk, Risk Matrix, and Risk Communication	22
1.6.1. Risk	22
1.6.2. Risk Matrix	23
1.6.3. Risk Communication	25
1.7. Future Habitat for Vesuvians	26
1.7.1. The Choices	26
1.7.2. The Grand Challenge	26
1.8. VESUVIUS 2000	28
1.8.1. Overview	28
1.8.2. Principal Objectives	29
1.8.3. Physical Environment	32
1.8.3.1. Global Volcanic Simulator	32
1.8.3.2. Definition of Volcanic System	33
1.8.3.3. Systems Integration	34
1.8.4. Population	36
1.8.4.1. Sociology	36
1.8.4.2. Vulnerability	37
1.8.4.3. Economics	39
1.8.4.4. Education	40

1.8.5. Territory	40
1.8.5.1. Urban and Environmental Systems	41
1.8.5.2. Civil Protection	42
1.8.5.3. Risk-Assessment Guidelines	42
1.9. Conclusion	42
Notes	43
References	64

Chapter 2

Education: Cognitive Tools and Teaching Vesuvius

F. Dobran

Abstract	73
Riassunto	74
2.1. Introduction	77
2.2. Educational Ideas	81
2.2.1. Socialization	81
2.2.2. Platonic Education	83
2.2.3. Natural Education	83
2.2.4. Incompatibilities	84
2.3. Kinds of Understandings	85
2.3.1. The Beginnings	85
2.3.2. Mythic Understanding	86
2.3.3. Romantic Understanding	89
2.3.4. Philosophic Understanding	90
2.3.5. Ironic Understanding	95
2.4. Educational Methods	96
2.4.1. Old Methods	96
2.4.2. Progressivism	97
2.4.3. Vygotsky's Method	98
2.4.4. Primary School Education	99
2.4.5. Intermediate School Education	100
2.4.6. Secondary School Education	101
2.5. Teaching Vesuvius in Schools	102
2.5.1. Teaching Primary School Children	103
2.5.1.1. Methodology	103
2.5.1.2. Example 1: Heat	106
2.5.1.3. Example 2: Scuola Materna IV Circolo and Scuola Materna L. Bertelli, Portici	107
2.5.2. Teaching Intermediate School Children	108
2.5.2.1. Methodology	108
2.5.2.2. Example 1: Pliny the Elder and the Eruption of Vesuvius in 79 A. D.	112
2.5.2.3. Example 2: Scuola Media Statale Orazio Comes, Portici	121

2.5.2.4.	Example 3: Istituto Comprensivo Statale Francesco d'Assisi, Torre del Greco	124
2.5.2.5.	Example 4: Scuola Media Statale Rocco Scotellaro, Ercolano	127
2.5.3.	Teaching Secondary School Children	130
2.5.3.1.	Methodology	130
2.5.3.2.	Example: Istituto Tecnico Commerciale Luigi Sturzo, Castellammare di Stabia	134
2.6.	Education of Adults	141
2.6.1.	Volcanic Risk Survey and GVES	141
2.6.2.	MCE-GTV, Prometeo, Sportello Informativo sul Vesuvio	142
2.6.3.	From Possible Cohabitation to Planned Participation	145
2.6.4.	Technology Education	147
2.6.4.1.	Technology	147
2.6.4.2.	Technological Literacy	148
2.6.4.3.	Educating for VESUVIUS 2000	150
2.7.	Conclusion	151
	Notes	153
	References	186
	Appendix: My journey ... to Vesuvius (Il mio viaggio ... al Vesuvio)	190

Chapter 3

Social and Economic Reality of Vesuvius Area

V. Di Donna

Abstract	219
Riassunto	219
3.1. Introduction	220
3.2. Geographic and Demographic Aspects of the Area	220
3.3. Education and Economic Reality of Population	226
3.4. Discussion	228
3.5. Conclusion	232
Notes	232
References	233
Appendix: La Realtà Sociale ed Economica dell'Area Vesuviana	234
1. Introduzione	234
2. L'Area Geografica e Aspetti Demografici	234
3. Il Grado di Istruzione e la Realtà Economica della Popolazione	240
4. Discussione	242
5. Conclusione	245
Note	246
Riferimenti	247

Chapter 4

Geophysical Precursors at Vesuvius from Historical and Archeological Sources

A. Marturano

Abstract	249
Riassunto	250
4.1. Introduction	250
4.2. Precursors of Major Historical Eruptions	252
4.2.1. Precursors of 79 A.D. Eruption	252
4.2.2. Precursors of 1631 Eruption	255
4.3. Earthquake of 9 October 1999	257
4.4. Conclusion	260
References	260

Chapter 5

Ballistics Shower During Plinian Scenario at Vesuvius

V. De Novellis and G. Luongo

Abstract	265
Riassunto	265
5.1. Introduction	266
5.2. Ballistics	267
5.3. Physical Properties of Samples	270
5.4. Discussion	276
5.5. Conclusion	281
References	282

Chapter 6

Shear-Wave Velocity Models and Seismic Sources in Campanian Volcanic Areas: Vesuvius and Phlegraean Fields

M. Guidarelli, A. Zille, A. Saraò, M. Natale, C. Nunziata and G.F. Panza

Abstract	287
Riassunto	288
6.1. Introduction	288
6.2. Shear-Wave Velocity Models	291
6.3. Seismic Source Studies in the Campanian Volcanic Area	296
6.3.1. Moment Tensor Waveform Inversion	296
6.3.2. Vesuvius' Intense Seismicity Episode (1999–2000)	297

6.3.3. Comparison of Seismic Sources at Vesuvius and Phlegraean Fields	303
6.4. Conclusion	306
References	306

Chapter 7

Global Volcanic Simulation: Physical Modeling, Numerics, and Computer Implementation

F. Dobran and J.I. Ramos

Abstract	311
Riassunto	312
7.1. Introduction	313
7.2. Physical modeling	317
7.2.1. Products of Volcanic Eruptions	317
7.2.2. Plume Turbulence	320
7.2.3. Particulate Distributions	322
7.2.4. Eulerian Form of Material Transport Laws	325
7.2.5. Multiphase–Multicomponent Flows	332
7.2.6. Coarse–Particle Kinetic Equations	333
7.2.7. Additional Modeling Considerations	334
7.3. Numerics	336
7.3.1. Domain Decomposition at the Physical Level	337
7.3.1.1. Multiblock Strategy	339
7.3.1.2. Cartesian Methods	342
7.3.1.3. Mesh Near the Ground	343
7.3.2. Finite Volume Discretization of the Eulerian Equations	347
7.3.3. Discretization of the Lagrangian Equations	349
7.3.4. Verification	350
7.4. Computer Implementation	353
7.4.1. Parallel Krylov Subspace Methods	354
7.4.2. Ordering of Algebraic Equations	359
7.4.3. Matrix–Vector Products	359
7.4.4. Programming Paradigms	360
7.4.5. Computer Architectures	361
7.5. Conclusion	362
References	364
Contributors	373
Index	375

PREFACE

Vesuvius is today surrounded by a densely populated area. Within a radius of 10 km of the crater live about one million people and within this distance and 50 km live another two million people, with the city of Naples being situated between Vesuvius on the east and the Phlegraean Fields on the west. In the last 20 000 years, this volcano has produced many plinian and smaller scale eruptions, and is most famous for its eruption in 79 A.D. when it buried the Greco-Roman towns of Pompeii and Herculaneum. Its 1631 subplinian eruption was even more devastating for the surrounding territory and for the first time made an important imprint on the Europeans during the Age of Reason or Enlightenment in the seventeenth and eighteenth centuries. Following this eruption, Vesuvius remained active until 1944 with its many strombolian and lava flow eruptions. Since 1944, the presence of smoke has disappeared and the surrounding territory began to be veiled in asphalt and concrete, with the smoke remaining a postcard memory and the eruptions a distant foreboding.

Vesuvius sleeps today and only some faint fumaroles within the crater and low-level seismic activity below its cone suggest that this mountain of fire is preparing for another of its colossal eruptions that could affect hundreds of thousands, if not millions, of people. Computer simulations predict that there is a high probability of a subplinian or plinian eruption occurring in the twenty-first century. For five centuries or more before the eruptions of 79 A.D. and 1631, the volcano remained quiescent and the people became complacent as the memory of past eruptions was gradually forgotten. A similar situation can occur again. Indeed, according to *Osservatorio Vesuviano* in Naples and its parent institution *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia* in Rome '*Tutto è sotto controllo*' ('everything is under control'), thanks, so they claim, to the instruments that monitor the volcano and an evacuation plan that will allow everybody to escape on time during an emergency. This is, of course, an illusion due to the difficulty of separating tectonic from volcanic events, rapid rise of magma when the premonitory signals become clear that the volcano is erupting, and gross unreliability of the evacuation plan which to date has produced little peace of mind to many Vesuvians and no social and cultural progress that would emancipate hundreds of thousands of people from their difficult predicament. Meanwhile, the population around the volcano is becoming more complacent and many are convinced that Vesuvius will not erupt again. While it would be erroneous to promote a policy of eminent danger when this danger does not exist, it is equally erroneous to promote a policy of inaction, especially since we know that it is only a matter of time before Vesuvius wakes up.

A decade ago an interdisciplinary project called VESUVIUS 2000 was proposed for the Vesuvius area. Unlike evacuation plans which tend to manage emergencies, this initiative aims at preparing the territory around Vesuvius to confront volcanic emergencies with minimum socio-economic and cultural consequences. What Vesuvians need is not so much a plan that tells them where to run in the event of an

eruption, but the creation of an environment that offers security from future eruptions. VESUVIUS 2000 aims at achieving this objective while, at the same time, reducing the current state of social decay that is associated with limited economic opportunities. The danger from the volcano can be taken to advantage for producing a whole new secure and prosperous habitat for the people surrounding Vesuvius. The current evacuation plan has produced an unprecedented damage to the Vesuvius area, and, as long as it is being used as an instrument that only benefits special groups, there will be no prosperity for Vesuvians and these people will have to depend on their St. San Gennaro for protection. Since 1995, many Vesuvians have been educated on different risk management plans for the territory, but neither Italy nor the European Union has taken the Vesuvius problem seriously. Since Vesuvius is 'under control' why bother to produce a safer and more prosperous habitat for Vesuvians?

A forum on VESUVIUS 2000, held on 2 and 3 September 2004 in Villa Campolieto in Ercolano, near the ruins of Herculaneum, provided an impetus to complete this book. The forum was attended by over one hundred local and foreign scientists, educators, students, and some authorities and lay people from the Vesuvius area. Its principal organizers, besides myself and members of my organization GVES, were Giuseppe Luongo, Giuliano Panza, and Bernadette de Vanssay from the Universities of Naples, Trieste, and Paris V, respectively. The first day of the forum involved technical sessions and the second one excursions to the ruins of Pompeii and Villa Augustus on the opposite side of the Monte Somma relief. The presentations at the forum were multidisciplinary and dealt with the structure of the volcanic system, modeling of eruption processes, education, socio-economic conditions, and civil protection. The excursions to Pompeii and Villa Augustus clearly demonstrated our fragility and weakness when confronting nature and our complacency with danger.

This book should be useful to professionals and nonprofessionals alike, and, especially, to the populations of the Vesuvius area and other places around the world that face similar problems. It should also prove useful to those who want to familiarize themselves with the geographical, social, and cultural settings of the area, as well as to those who wish to know about the current understanding of the substructure of the volcanic system, the objectives of global volcanic simulation, and difficulties involved in managing risk in densely populated areas. The book should also be useful to educators, who teach primary, intermediate, and secondary school children and students about their environment, and volcanoes in particular.

Because of the multidisciplinary issues considered here, students, professionals, lay public, and civil protection managers should find in this volume sufficient information for further study, elaboration of topics, or adaption to their particular situations. The objectives of VESUVIUS 2000 need to be diffused to an audience beyond the Vesuvius area, for critical evaluation and comparison with analogous initiatives. We cannot embark on a serious path of risk mitigation in a densely populated area unless we fully understand the history, culture, and socio-economic conditions of the area and are willing to scrutinize every detail of our intended actions and fully expose our projects to constructive criticism. A mitigation and risk

management plan which is hidden from the public, and its architects refuse to discuss it publicly and away from professional audience, does not serve any useful purpose, especially for those living in the close proximity of Vesuvius.

The book is divided into seven chapters, with each chapter providing a summary in both English and Italian. Following this preface, the book provides an extended summary of VESUVIUS 2000 in Italian. The Appendix of Chapter 2 is in Italian and provides a global perspective of the territory as seen by a group of intermediate students of the Vesuvius area. The Appendix of Chapter 3 is the Italian version of this chapter. The color versions of black and white figures of in Chapter 2 are collected at the end of the book, and the extensive Notes in Chapters 1 and 2 elaborate on the historical, cultural, and scientific aspects of the area and beyond.

Chapter 1 presents the difficulties associated with the management of volcanic risk in the Vesuvius area and the principal objectives of VESUVIUS 2000 which aim at transforming the area into a secure and prosperous region. The topics in this chapter deal with Vesuvius consciousness, security culture barriers, habits of mind that prevent the Vesuvians from judging different risk reduction strategies, the grand challenge associated with the protection of people and territory from the volcano, and VESUVIUS 2000 objectives and methodologies. VESUVIUS 2000 is divided into three interrelated topics: Physical environment, which deals with the development of Global Volcanic Simulator and its use for assessing the effects of different eruption scenarios; population, which addresses the social, economic, and educational issues of the people; and territory, which deals with the area infrastructures, urban planning, and civil protection.

Education of children and adults so that they become Vesuvius-conscious citizens is discussed in Chapter 2. Different age groups of students imagine things differently, and it is the aim of education to take advantage of those tools which produce the greatest developments in children. This chapter thus addresses the cognitive tools available to us and how these tools can be used to educate the primary, intermediate, and secondary school children about Vesuvius. We, therefore, discuss educational ideas, kinds of understanding, educational methods, and teaching methodologies. Educating adults about Vesuvius is also important, especially in decreasing their technological illiteracy, because this is preventing many from seeing how the modern technology can liberate them from their difficult predicament. As examples, we discuss several educational efforts in the Vesuvius area, including those from schools, nonprofit and professional organizations, lay public, and others.

The social and economic reality of the Vesuvius area is addressed in Chapter 3. Eighteen communities of more than 500 000 people border the crater of the volcano and, during the last decade, some 30 000 people have left the area for better opportunities and lower risk elsewhere. The educational level of most people living near the volcano is low and, officially, only one-fifth of the population works. Their main economic activities are services, scattered agriculture, and some manufacturing. This kind of environment breeds crime and offers few bright prospects for future generations.

Chapter 4 presents geophysical precursors of Vesuvius from historical and archeological sources. The eruption of Vesuvius in 79 A.D. was preceded by a large magnitude earthquake in 62 A.D. that caused an extensive damage. This and several other events thereafter suggest that the towns surrounding the volcano experienced significant problems before this famous eruption. The eruption of 1631 was also preceded by seismic activity for several hours, and perhaps for a longer time. The last significant earthquake occurred in 1999 and the recent seismicity has been maintained below the magnitude 4 on the Richter scale.

The characteristics of ballistic debris emitted from Vesuvius during the eruption of 79 A.D. are discussed in Chapter 5. This debris, with block sizes of up to 1 m, is common in the deposits of this eruption and reached distances in excess of 10 km from the crater. Modeling of the ballistic shower is, however, in its infancy and not reliable enough to be used today as a tool for the hazard assessment associated with this kind of material being ejected from the volcano.

Our current understanding of the substructure of Vesuvius and that of the nearby Phlegraean Fields is presented in Chapter 6. This understanding comes from the natural seismicity of the volcano and seismic tomography experiments that have been conducted in the 1990s. At that time, I was one of the promoters of such experiments for collecting data that could be used for the validation of Global Volcanic Simulator. Since then, many such studies have been made and their results suggest that both the Vesuvian and Phlegraean areas have low seismic wave velocity layers at a depth of about 10 km and that, therefore, there is no evidence of magma in the superficial regions of the volcano. According to these works, the volcanic conduit is currently sealed and magma resides in a diffused crustal magma reservoir which is fed by a regional one within the uppermost mantle.

Global Volcanic Simulator is the key tool for both ascertaining the effects of different eruption scenarios on the territory surrounding the volcano and producing a new habitat for Vesuvians where they can live safely from future eruptions. In Chapter 7, we discuss physical modeling, numerical, and computer implementation issues related to the development of such a simulator. We have already developed several useful models for simulating magma chamber dynamics and magma ascent in volcanic conduits, and are currently developing a nonequilibrium multiphase and multicomponent atmospheric dispersion model and its associated computer code. This model accounts for two-way turbulence coupling between the gaseous and particulate phases, condensation and evaporation of volatiles, aggregation and fragmentation of pyroclasts, and chemical reactions among the components of different phases. Our objective is to resolve the effects of pyroclastic flows on small and large structures located on the territory surrounding the volcano, determine the fallout characteristics of tephra and ballistic blocks, and ascertain the consequences of plinian plumes transporting the volcanic debris high into the stratosphere during and after an eruption. A practical global simulator must be able to simulate different eruption scenarios and determine their effects on the people and infrastructures, with and without engineering measures aimed at protecting the area surrounding the volcano.

During the last decade, we have only made a modest progress in achieving the objectives of VESUVIUS 2000, because of a politicized evacuation plan that distances independent initiatives and stifles collaboration on this volcano. We have made, however, a significant effort in promoting education and collaboration, and managed to involve many schoolteachers and their students on different topics associated with Vesuvius. Regretfully, the people's representatives in Italy are using the flawed evacuation plan as an instrument for discharging their own responsibility, while the institutions of higher learning and research centers are not sufficiently responsive to help design a safe and prosperous habitat for Vesuvians. We need to get rid of negative habits of mind and force ourselves beyond our personal interests and traditions, and thus attempt to construct a higher level of civilization. VESUVIUS 2000 proposes a technologically-grounded approach to territorial risk management which is dramatically different from other plans. As a consequence, it needs time to bear fruit to the people whose ancestors are the founders of Western Civilization.

Flavio Dobran
January 2006

ACKNOWLEDGMENTS

Many individuals helped to make this book possible. I especially value the support from ordinary people and schoolteachers of the Vesuvius area, because many of them have shown more pragmatism than many of the so-called experts when it comes to managing volcanic risk. For many years, I have enjoyed working on the territory with Giuseppe Luongo. He has been an important supporter of interdisciplinary collaboration and has helped with many seminars. Giuliano F. Panza has also provided a crucial help in this endeavor and measures up to the highest standards of Italian academicians.

The development of a volcanic simulator requires vision, extraordinary experience, and dedication, and I am fortunate to have Juan I. Ramos working with me on this project. My associates of the Vesuvius area, Ida Mascolo, Gelsomina Sorrentino, Tullio Pucci, Annamaria Imperatrice, Arturo Montrone, Anna Ibello, Antonio Longobardi, and Gennaro di Donna, best understand its environment and its people. Without them, it would have been difficult to work on the territory. This book is dedicated to them and others like them who are making a truly civil progress in the Vesuvius area.

I am grateful to Giuliano F. Panza, Lionel Wilson, Mariano Garcia Fernandez, Juan I. Ramos, Giuseppe Luongo, Elena Cubelis, Luis F. Romero Gómez, and Mariangela Guidarelli for reviewing some of the technical material of the book. The objectives of VESUVIUS 2000 in Chapter 1 were scrutinized by lay public, schoolteachers and students, and professionals through more than 150 seminars given in the Vesuvius area since 1994. My associates reviewed some parts of Chapter 2 on education. Antonio Vallario is acknowledged for supporting the work presented in Chapter 3. The Laboratory of Seismology of *Osservatorio Vesuviano* and particularly E. Del Pezzo and P. Ricciolino are acknowledged for providing the waveforms of Vesuvian and Phlegraean Fields seismicities for the analysis presented in Chapter 6. Luis F. Romero Gómez is thanked for his contribution on computer implementation in Chapter 7.

During the preparation of the book I benefited from the help received from Ida Mascolo, Gennaro di Donna and Annamaria Imperatrice. For permissions to publish school works, I am grateful to *Istituto Tecnico Commerciale Luigi Sturzo* of Castellammare di Stabia, *Squola Media Statale Rocco Scotellaro* of Ercolano, *Scuola Media Statale Orazio Comes* of Portici, *Istituto Comprensivo Statale Francesco d'Assisi* of Torre del Greco, and *Scuola Materna IV Circolo* of Portici. Additional material on education was provided by Tullio Pucci, Arturo Montrone, Francesco Langella, Gennaro Di Donna, Annamaria Scorza, Annamaria Imperatrice, Gianfranco Gambardella, Elvira Maddaluno, Giuseppe Sbarra, Annamaria Trotta, and Leonardo Limocia. For permissions to publish their works, special thanks are due to Gianfranco Gambardella for his clock art preceding Chapter 2, Paolo Schettino for his two poems in Chapter 2, *Istituto Geografico Militare Italiano* for the aerial photograph of the Vesuvius area, and ARC Science Simulations,

Smithsonian Institution, and UNAVCO for the two images of the world and Italy preceding Chapter 1. Lastly, I am also grateful to Friso Veenstra of Elsevier and to the production Team of Macmillan India Limited for bringing this book to the attention of readers worldwide.

Flavio Dobran

Introduzione a VESUVIUS 2000

1. L'INCANTO CHE ATTRAIE

In questo luogo con tre milioni di anime ammassate in una giungla di asfalto e di calcestruzzo, il mare aperto si estende oltre le Colonne di Ercole, dorati e affascinanti tramonti e isole incantevoli nascondono i segreti delle Sirene, baratri abissali covano sotto la cenere e, di tanto in tanto, aprono le loro mandibole di fuoco sguinzagliando la loro ira sui figli di questo paradiso terreno. Essendo tal luogo incuneato tra il bello e l'orrendo produce un'univoca qualità di questa terra, che la gente da tempo immemorabile ha rifiutato di lasciare; è qui che si innalza il Monte Vesuvio, simbolo di fertilità della terra e di continuità della vita. Le guide turistiche nel riportare le solite cose su come il Vesuvio abbia ucciso migliaia di persone nelle città romane di Pompei ed Ercolano nel 79 d.C. e di come ora dorma tranquillo dal 1944, non osano citare che questa montagna di fuoco si sta preparando per un'altra colossale eruzione, capace di uccidere decine di migliaia di persone in pochi minuti. Quando il tappo di questa montagna cederà, una nuvola di roccia fusa, cenere e gas sarà scagliata alta nel cielo; là il materiale vulcanico sarà sostenuto dal calore proveniente dal ruggente cratere e trasformerà il giorno nella notte, finché collasserà e si abatterà lungo le pendici del vulcano a una velocità di almeno 200 chilometri all'ora. A tale velocità, una nube alla temperatura di 500° centigradi raggiungerà la città di Torre del Greco, abitata da circa 100.000 persone, in 200 secondi e il mare in meno di cinque minuti. La vicina Ercolano a sud-ovest e Torre Annunziata a sud-est saranno inghiottite nello stesso tempo, e i Napoletani di nuovo imploreranno San Gennaro perché salvi la città con un altro dei suoi miracoli.

Di fronte a questa spaventosa prospettiva, un gruppo multidisciplinare di scienziati di diverse città europee ha chiesto nel 1995 all'Unione Europea di appoggiare un progetto chiamato VESUVIUS 2000. Il principale obiettivo di questa iniziativa è quello di determinare aree sicure intorno al vulcano dove la gente possa vivere in sicurezza e prosperità. Il Simulatore Vulcanico Globale è lo strumento necessario per produrre questo nuovo ambiente, perché solo attraverso esso si è in grado di definire le distanze sicure dal vulcano e dove la maggior parte delle persone che abita all'ombra del Vesuvio dovrebbe vivere in sicurezza dalle diverse fenomenologie eruttive. Su proposta dei geologi, invece, il governo italiano operò la scelta di un piano di evacuazione secondo il quale 600.000 persone che circondano il vulcano possono essere evacuate diverse settimane prima dell'eruzione, stabilendosi

nelle diverse regioni d'Italia. Molti sono invece scettici su un attendibile avviso dell'eruzione del Vesuvio con diverse settimane di anticipo. Questo perché le nostre esperienze su vulcani simili ci insegnano che tali avvertimenti si verificano soltanto uno o due giorni prima che il magma cominci a risalire rapidamente verso la superficie e che in così poco tempo è impossibile concepire un piano di evacuazione per centinaia di migliaia di persone.

La decisione di far evacuare è normalmente basata sull'indicazione degli scienziati che tengono sotto costante osservazione strumentale il vulcano e che temono di sbagliare nella previsione di un'eruzione. Dopo l'eruzione del Monte St. Helens (USA) nel 1980, gli scienziati dichiararono che *'le previsioni devono essere precise: ripetere previsioni inesatte incoraggia la sfiducia popolare e può essere più dannoso del non fare previsioni'*. Ci si può legittimamente chiedere, allora, quali siano le possibilità di fuga delle centinaia di migliaia di persone dalle zone immediatamente esposte al rischio di un'eruzione del Vesuvio, nell'impossibilità di avvertirle diversi giorni prima. L'eruzione del Pinatubo nel 1991 fu predetta poco prima e circa 50.000 persone furono evacuate in tempo. Nel 1997, invece, il vulcano centro-americano Montserrat eruttò senza alcun preavviso e uccise 19 persone, in un'area poco densamente abitata.

In assenza di adeguate infrastrutture, evacuare, nell'area vesuviana in uno o due giorni, centinaia di migliaia di persone, in un ammissibile stato di panico, è disperatamente ottimistico. Solo coloro che non possono vedere oltre la più semplice strategia di sfuggire al pericolo e che sono tecnicamente e culturalmente poco avveduti, credono nelle premesse di un piano di evacuazione del Vesuvio. C'è chi critica le diverse deficienze di questo piano: deficienze scientifiche in quanto le eruzioni non possono essere previste in maniera affidabile con settimane o mesi d'anticipo; deficienze sociali perché la popolazione non è educata circa i pro e i contro del piano; deficienze culturali in quanto un massiccio dislocamento della popolazione vesuviana in province italiane distanti distruggerebbe la cultura locale, spalancando le porte agli speculatori; deficienze di natura ingegneristica e manageriale a causa dell'impraticabilità di costruire e mantenere massicce infrastrutture di evacuazione in un'area densamente popolata e per l'assenza di sanità sociale ed ecologica. Anche gli amministratori della Regione Campania hanno recentemente abbandonato le inattendibili proposte del piano di evacuazione, progettando e optando per alcuni obiettivi di VESUVIUS 2000, al fine di ridurre lo scetticismo della gente che, negli ultimi dieci anni, è divenuta consapevole degli errori inerenti al piano di evacuazione politicizzato dalla componente dominante dei geologi italiani. Nel momento in cui la gente viene a conoscenza delle premesse di VESUVIUS 2000, si ribella contro la prospettiva di abbandono delle sue case e delle sue radici.

VESUVIUS 2000 si propone che le popolazioni intorno al vulcano acquisiscano la consapevolezza dell'ambiente in cui vivono e partecipino alla soluzione di questa difficile situazione, lavorando con ingegneri, architetti, urbanisti, economisti, ambientalisti, ed educatori per la realizzazione di un territorio sicuro e prospero per se stesse e per i loro discendenti. Il raggiungimento di questa meta richiede l'educazione della gente sulle conseguenze dell'inazione e sui meriti delle diverse strategie che puntano alla riduzione del rischio, superando abitudini e barriere mentali in tutti i

livelli sociali. Solo tramite adeguate, prudenti ed incisive modalità il rischio Vesuvio potrebbe avere una ricaduta positiva sia sull'aspetto sociale che su quello ambientale, neutralizzando gli effetti disastrosi di una bomba ad orologeria capace di annullare, in pochi minuti, centinaia di anni di esperienze umane.

2. NUOVO AMBIENTE PER I VESUVIANI

2.1. Le scelte

Il Vesuvio è oggi circondato da una folla di umanità e la sua presenza si manifesta quando, di notte, la sua sagoma scura si staglia in un circondario densamente contrassegnato da punti di luce. Questi punti di abitazioni circondano la Baia di Napoli e si sporgono sull'intera Piana Campana fin dove l'occhio arriva a distinguerli. Quella che un tempo fu una terra in grado di offrire cibo, acqua e servizi basilari alla propria comunità di abitanti, è oggi un luogo caratterizzato dall'insicurezza e da limitate prospettive di benessere. La città di Napoli, nonostante la forte pressione demografica e la limitatezza di servizi sociali ed infrastrutture, rappresenta la maggior fonte di opportunità e costringe numerose persone a essere confinate nella sua estesa periferia, ove costoro devono confrontarsi con desolanti situazioni di illegalità e pericolose montagne di rifiuti. Lo spazio intorno al vulcano si sta riempiendo in fretta e non potrebbero più esserci spazi per accogliere i Vesuviani e tenere il territorio sotto controllo. Le ingiustizie in materia di salute e sicurezza scalzano la sostenibilità o la capacità di soddisfare i bisogni della gente senza rischiare di compromettere la capacità delle future generazioni a soddisfare quelli per loro. La 'vivibilità' di esseri umani intorno al Vesuvio dipende, quindi, dalle disposizioni demografiche ed economiche, dalle istituzioni politiche, dall'uso della disponibile tecnologia per produrre prodotti da consumare e servizi sociali, dalla volontà della gente di tollerare un certo tipo di ambiente fisico, dai valori morali e così via. Tutto ciò dipende dalla cultura e le scelte prese oggi per il territorio potrebbero generare un pesante fardello per le prossime generazioni. Secondo il programma per lo sviluppo delle Nazioni Unite la qualità della vita richiede la 'creazione di un ambiente dove ognuno sviluppa secondo la sua potenzialità e vive un'esistenza libera e creativa secondo i propri bisogni ed interessi'. La disponibilità dei soli beni di consumo e di un adeguato livello di servizi pubblici non è, da sola, sufficiente ad assicurare questa vita.

2.2. La grande sfida

Un ambiente sicuro e prospero per i Vesuviani non può prescindere dall'utilizzo della moderna tecnologia o dalla presenza di artigiani, inventori, disegnatori, ingegneri, scienziati, macchine e conoscenze che si sono accumulate nel corso della storia. La tecnologia moderna offre mezzi creativi per controllare il mondo costruito dagli esseri umani, così come per i greci Prometeo simbolizzò la creatività dell'uomo per sottrarre il fuoco alle divinità. Leonardo da Vinci è riconosciuto come un architetto-ingegnere di canali e macchine automatiche, mentre Faust di

Goethe trovò il suo adempimento terrestre tramite la creazione di una nuova terra ricavata da suoli paludosi. Anche nella Genesi, gli uomini fuori dal Giardino dell'Eden si sono impegnati nella costruzione di un ambiente capace di ospitarli e soddisfare le proprie esigenze. Gli esseri umani hanno spesso trasformato gli ecosistemi non coltivati in ambienti fisici coltivati e costruiti ed in questo processo hanno spesso alterato la natura anche a prezzo di grossi impatti ambientali che provocano indesiderabili conseguenze di degrado dell'ambiente e di diminuzione della qualità della vita.

Per i Vesuviani questa premessa significa che gli scienziati, gli ingegneri, gli architetti, gli economisti, gli ambientalisti, gli educatori e il settore pubblico devono tutti collaborare per disegnare e costruire un ambiente sicuro e prospero per se stessi – un ambiente dove la tecnologia è utilizzata per rispondere alle esigenze di protezione da una possibile attività vulcanica e per il perseguimento di un livello di vita sempre più alto. Questo è un compito non facile, visto che i problemi sociali e politici impediscono uno sviluppo civile del territorio. Un approccio limitato alla sola tecnologia (per esempio la costruzione di appropriate vie di fuga dal Vesuvio) conduce solo ad un 'aggiustamento tecnologico' il quale permette di soddisfare solamente le esigenze di gruppi speciali e del loro entourage. Un habitat eco-tecnologico ha invece un grande valore culturale, perché non solo costituisce una testimonianza della creatività umana, ma perché rappresenta anche un modello per altri di come può essere affrontata la quotidiana lotta per vivere in un armonioso rapporto con la natura. L'Italia – sotto questo aspetto – è un superbo esempio di modelli di tale natura e il fatto che ai Vesuviani venga negato il proprio spazio nella storia, costituisce un vero e proprio crimine, perpetrato in non lieve misura da inetti architetti responsabili del piano di evacuazione e dai loro 'compari' in ambienti scientifici e non.

In Italia gli strumenti democratici permettono ai cittadini, agli scienziati, agli ingegneri, agli architetti e alle altre categorie professionali, di formare il futuro per i Vesuviani. I rappresentanti pubblici hanno una straordinaria opportunità di ricavare consensi popolari trasformando il rischio di future eruzioni in più alti livelli di vita e maggiori benefici per tutti. Lo stile dei vulcanologi che gestiscono il rischio e la politicizzazione dei loro interessi personali impediscono ad altri professionisti di svolgere il loro compito. Il pubblico deve essere consapevole di questo e imparare come la ingegneria, la pianificazione urbana, ed i processi gestionali possono essere utilizzati per creare una nuova metropoli vesuviana con moderni servizi e in armonia con l'ambiente. Gli educatori, dal canto loro, hanno la responsabilità di creare una nuova generazione di cittadini in grado di capire quali domande fare e quale tecnologia poter utilizzare per produrre un'armoniosa coabitazione all'ombra del vulcano.

Il nuovo ambiente per i Vesuviani dovrebbe includere la partecipazione delle comunità; produrre posti di lavoro, case e strutture sanitarie; progettare un forte senso per le antiche radici e di orgoglio della propria storia; essere auto-adattabile ed efficiente nella gestione delle risorse; minimizzare lo sfruttamento delle risorse geografiche e naturali; avere un pubblico che si senta sicuro nei vari scenari eruttivi; e soprattutto questo ambiente deve essere gestibile. I materiali, la energia, e le informazioni sono alcuni tra i parametri essenziali ingegneristici che interagiscono con

la componente biologica (umana, vegetale, animale), le macchine (attendibilità, precisione, automazione) e le componenti organizzative sociali della città, ed un approccio che minimizza l'uso di materiali e di energia potrebbe essere più accettabile di altri metodi. Le sfide ingegneristiche per la produzione di un nuovo ambiente sicuro e capace di salvaguardare l'incolumità dei Vesuviani non solo dovrebbero produrre effetti benefici di limitazione dei danni causati dall'eruzione vera e propria, ma anche minimizzare gli effetti negativi della città (scarichi, rifiuti, emissioni nocive) sull'ambiente. Nell'attrezzarsi per la grande sfida occorre che gli ingegneri decidano come gli stringenti requisiti ambientali limitino le opzioni tecniche in alcuni settori economici ed aumentino le opzioni in altri settori, si adottino metodi alternativi per lo smaltimento dei rifiuti, il calore ricavato dai rifiuti sia utilizzato, i livelli della energia elettrica ed i sistemi di comunicazione forniscano servizi attendibili, si salvaguardi il territorio dalla potenza distruttiva del Vesuvio, ecc. Una città che enfatizzi l'impegno civile, la giustizia sociale, la protezione dell'ecosistema, la diversità economica e che, al tempo stesso, sia governabile in modo efficiente e manageriale rappresenta una grande sfida per i progettisti ed una grande attrazione per i potenziali investitori. Questa sfida è necessaria se vogliamo conservare la continuità della vita e preservare il risultato di oltre 2.000 anni di attività umane nell'area vesuviana. VESUVIUS 2000 propone di produrre linee guida per questa sfida.

3. VESUVIUS 2000

Le catastrofi future nell'area vesuviana possono essere prevenute solo tramite la costruzione di un ambiente sicuro per la popolazione. Questo ambiente non può essere prodotto con piani di evacuazione i quali, per definizione, sono disegnati solo per gestire le emergenze, ma tramite le campagne di informazione ed educazione della popolazione sul rischio vulcanico ed incentivi economici indirizzati alla creazione di un ambiente sicuro, prospero ed ecologicamente solido. In un ambiente socialmente sostenibile, le popolazioni sono consapevoli del pericolo, ma sono anche disposte a tollerare un rischio sopportabile se sono convinte che il pericolo, pure esistente, si può gestire. Una popolazione consapevole del rischio non è istruita su come marciare sotto la direzione di qualcuno, ma è consapevole di quali azioni deve intraprendere nella emergenza. Nella situazione ideale il territorio sottoposto al rischio dovrebbe autogestirsi e si dovrebbe instaurare un grande rapporto di fiducia tra la pubblica amministrazione ed i cittadini. Tutte queste qualità sono assenti nell'area vesuviana ed una strategia di fuga dal vulcano non può produrle perchè questa non è stata programmata per tale scopo. Una strategia che dà solo l'illusione della sicurezza attraverso i suoi promotori che si limitano a diffondere la notizia che tutto è tenuto 'sotto controllo', quando, in realtà, il pubblico e le categorie professionali sono tenuti all'oscuro su cosa esattamente è sotto controllo, non è pianificata per produrre sicurezza per la popolazione ma per controllarla allo scopo di ricavare benefici politici ed economici da essa.

VESUVIUS 2000 punta nella direzione opposta. Il suo obiettivo principale è dimostrare che una sicura coabitazione della popolazione con il vulcano è possibile e che

questa coabitazione produrrà benefici socio-economici, scientifici e culturali senza produrre effetti negativi sull'ambiente. VESUVIUS 2000 non mira alla organizzazione di una fuga massiccia dal vulcano in ipotesi di emergenza, ma alla preparazione della popolazione e del territorio a confrontarsi con l'emergenza, minimizzando le perdite culturali e socio-economiche. Ovviamente, per ottenere un tale risultato occorre lavorare con anni e decenni di anticipo rispetto al verificarsi dell'evento eruttivo.

Il pericolo delle future eruzioni non può essere eliminato, ma i loro effetti sul territorio (livello del rischio) potranno essere controllati tramite la riorganizzazione dell'ambiente dove la gente vive e lavora. Diverse aree intorno al vulcano sono esposte ai pericoli di terremoti, pericoli vulcanici (flussi di lava e piroclasti e colate di fango) e pericoli idrogeologici, e tutti questi dovrebbero entrare nella quantificazione del rischio totale (Quantitative Risk Assessment – QRA). QRA dovrebbe includere tutte le conoscenze sul vulcano, la popolazione e le strutture e infrastrutture intorno al Vesuvio, ed elaborarle utilizzando il Teorema di Bayes allo scopo di raggiungere le necessarie decisioni. Diversi attori sul territorio dovrebbero diventare consapevoli del perché è necessario collaborare per prendere decisioni ottimali e perché queste decisioni non possono essere basate sulle inattendibili previsioni delle eruzioni, sulla deportazione della popolazione e sulla distruzione della sua cultura. Si devono affrontare ed eliminare le abitudini negative dei Vesuviani, e salvaguardare, valorizzandole, quelle positive. Senza affrontare queste abitudini sarà impossibile cambiare il corrente paradigma di rassegnazione seguito da parte di molti. L'obiettivo di VESUVIUS 2000 è quello di collocare l'intera popolazione nella cella 1 della 'Matrice del Rischio' (vedi Figura 1.2 in capitolo 1). In questo stato le persone, non solo, sono consapevoli del pericolo, ma anche delle opportunità che consentono di ridurre il pericolo. Molti Vesuviani sono consapevoli del pericolo perché il Vesuvio è stato attivo fino a tempi recenti, ma non hanno consapevolezza delle opportunità, o non comprendono come utilizzare il pericolo per produrre le condizioni di opportunità. Questo è quanto prevede VESUVIUS 2000, ma molti Vesuviani si trincerano dietro dannose abitudini mentali che li accecano nel superamento di questo paradosso dell'incommensurabilità. È stupefacente come questo paradosso raggiunge i livelli più alti di esperti e di governi nazionali ed europei.

VESUVIUS 2000 intende produrre linee guida per trasformare le aree esposte al rischio Vesuvio in aree sicure e popolate da prospere comunità. Questo si può realizzare attraverso progetti interdisciplinari in cui ci sia un lavoro sinergico di ingegneri, ambientalisti, geologi, esperti di computer, pianificatori urbani, sociologi, economisti, storici, educatori, volontari della Protezione Civile e la popolazione. Tale sinergica multidisciplinarietà deve integrare i singoli risultati scientifici e ingegneristici e produrre orientamenti e raccomandazioni per le istituzioni e le comunità locali, per il governo nazionale e dell'Unione Europea, per gli studiosi nazionali e stranieri e per gli imprenditori (vedi Figura 1.3 in capitolo 1). Gli obiettivi principali di VESUVIUS 2000 sono:

1. Definizione del sistema vulcanico del Vesuvio e, particolarmente, delle eruzioni passate con lo scopo di sviluppare precisi modelli del vulcano con

la capacità di valutare diversi scenari eruttivi e le loro conseguenze sul territorio. Per tale scopo necessario sviluppare modelli matematici e fisici del rifornimento del magma nella camera magmatica, ascesa del magma lungo i condotti e l'interazione con le rocce circostanti, la stabilità del cono vulcanico, la distribuzione dei piroclasti in atmosfera e delle correnti piroclastiche lungo i pendii vesuviani e nelle zone circostanti. Tali modelli integrati nel Simulatore Vulcanico Globale vanno validati attraverso l'analisi delle passate eruzioni prima di essere impiegati nella formulazione di probabili scenari futuri.

2. Accertamento della vulnerabilità della popolazione, delle abitazioni, degli insediamenti industriali e culturali, delle telecomunicazioni e dei sistemi infrastrutturali dell'area, allo scopo di stabilire il rapporto costo-beneficio e le probabilità di danno. Tale accertamento va fatto anche attraverso l'analisi delle conseguenze sanitarie derivanti dall'impatto dei materiali vulcanici sulla popolazione e da quelle pericolose di origine antropica (interramento di rifiuti pericolosi, rifiuti chimici e biologici, depositi di munizioni). La preparazione di piani urbani finalizzati all'ottenimento di un ambiente sicuro e prospero per le aree intorno al Vesuvio deve essere necessariamente preceduta da un accertamento delle conseguenze socio-economiche di collocazione della popolazione. Un serio progetto di mitigazione del rischio non può prevedere il trasferimento di persone dietro la promessa di incentivi economici, senza fare prima uno studio esauriente delle conseguenze di una tale azione.
3. Sviluppo di una metodologia per l'educazione della popolazione che promuova la coscienza del Vesuvio in una sorta di auto-regolazione del territorio con lo scopo di stabilire nuove abitudini che contribuiscano alla creazione della cultura della sicurezza. In mancanza di tale educazione non è possibile formare cittadini socialmente consapevoli del domani che collaborino a costruire un ambiente eco-tecnologico che è una caratteristica peculiare di un alto standard di qualità della vita.

L'obiettivo finale di VESUVIUS 2000 non è solo quello di fornire una determinazione quantitativa del rischio, delle possibili perdite di vite umane, di risorse economiche ed ambientali a causa di diversi scenari eruttivi, ma, soprattutto, quello di minimizzare tali perdite. Solo una collaborazione interdisciplinare tra gli esperti e il pubblico può portare a un simile risultato, che si sostanzia nella protezione del territorio e in una più equa distribuzione delle risorse. Per questo fine è necessario produrre:

- (a) Linee guida sociologiche per prevedere possibili comportamenti della popolazione causati dalla paura dei gruppi familiari di perdere le proprie vite e proprietà prima, durante e dopo le eruzioni.
- (b) Linee guida relative all'impatto economico e territoriale derivante dalla sistemazione della popolazione in certe zone, prima e dopo l'evento eruttivo e la pianificazione urbana.
- (c) Linee guida relative all'impatto ambientale derivante dalla caduta del materiale eruttivo e dell'abbattimento di quello antropico.

- (d) Metodologie educative intese a mantenere, nella popolazione, sempre alto il livello di consapevolezza del rischio.
- (e) Corsi di orientamento alla mitigazione del rischio vulcanico per amministratori locali e nazionali, educatori, urbanisti, ingegneri e volontari della Protezione Civile.
- (f) Rapporti e materiale informativo indirizzati ai problemi di natura multidisciplinare che interessano il territorio ed alle procedure necessarie per l'integrazione dei sistemi e la loro ottimizzazione.

La consapevolezza delle popolazioni circa il loro ambiente e il loro coinvolgimento fin dall'inizio sui vari aspetti del progetto, produrrà nuove opportunità e con esse una più alta qualità della vita.

VESUVIUS 2000 è diviso in tre principali ed interrelate aree interdisciplinari: ambiente fisico, la popolazione e il territorio. L'ambiente fisico comporta problemi di quantificazione degli scenari futuri dell'eruzione e del loro impatto sul territorio e delle conseguenze sull'ambiente locale e quello globale. La popolazione comporta problemi diretti alla valutazione delle conseguenze sulle persone e sulle loro proprietà, e su come eliminare le abitudini mentali negative e produrne di nuove che 'vedono' il vulcano non come una minaccia, ma un bene 'utile', in grado di produrre sicurezza e prosperità nel territorio. Il territorio, infine, comporta problemi legati alle comunità vesuviane, ai volontari della Protezione Civile, e ai rappresentanti nazionali e locali.

Flavio Dobran
Gennaio 2006