



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA

DOTTORATO DI RICERCA  
IN SCIENZE DELLA TERRA

CICLO XXII

**Rilevamento geomorfologico e gestione dati spaziali  
attraverso l'uso combinato hardware – software  
Open-Source per il controllo e la gestione  
del rischio geologico.**

Settore Scientifico Disciplinare GEO/04

Tutori

Prof. Franco Mantovani

Prof. Francisco Javier Gracia Prieto

Dottorando

Dott. de Cosmo Pietro Domenico

Anni 2007 - 2009



# Università degli Studi di Ferrara

## DOTTORATO DI RICERCA IN SCIENZE DELLA TERRA

CICLO XXII

COORDINATORE Prof. Luigi Beccaluva

### **Rilevamento geomorfologico e gestione dati spaziali attraverso l'uso combinato hardware – software Open-Source per il controllo e la gestione del rischio geologico.**

Settore Scientifico Disciplinare GEO/04

#### **Tutori**

Prof. Franco Mantovani



(firma)

Prof. Francisco Javier Gracia Prieto



(firma)

#### **Dottorando**

Dott. de Cosmo Pietro Domenico



(firma)

Anni 2007/2009



## Riassunto

La presente tesi di dottorato è stata concepita e realizzata per testare un nuovo sistema di studio combinato hardware-software per il controllo e la gestione del rischio geologico derivante da frane di tipo “*mud flow*” e da movimenti lenti di versante.

Attualmente le varie problematiche che sorgono nella gestione del rischio da frana sono legate alla scarsa conoscenza del territorio dal punto di vista geologico, geomorfologico e soprattutto geodinamico. Molto spesso nella gestione del rischio vengono trascurate, probabilmente per una conoscenza non diretta, le moderne tecniche software ed i più avanzati hardware che consentirebbero una gestione del rischio in tempo reale.

Gli hardware e software di ultima generazione possono individuare, se associati alla disponibilità di dati idonei e corretti, qualsiasi tipo di causa "scatenante il rischio" derivante da fattori antropici o naturali.

La presente tesi è incentrata sulla risoluzione delle problematiche sopracitate trovando particolare uso non solo a livello di Protezione Civile ma anche nella "professione" di libero professionista.

In questa tesi è stato sperimentato, con risultati positivi, l'utilizzo di software Open – Source (OS) applicati a dati geologici, geomorfologici e geodinamici raccolti sul terreno nelle due aree di Olvera in Spagna (area rilevamento) e di Oliveto Lucano in Italia (area test). I software OS sono infatti disponibili e di accesso libero a costo zero.

Lo sviluppo del progetto è stato suddiviso in tre fasi principali coincidenti con la durata dei tre anni di dottorato. Esse sono: Rilevamento geologico e geomorfologico (1<sup>a</sup> fase), gestione server versus UMPC e Software Open Source (2<sup>a</sup> fase) e simulazioni bi e tridimensionali di frane tipo “*mud flow*” con test sull'area campione (3<sup>a</sup> fase).

Più in dettaglio, nel primo anno, oltre alla raccolta bibliografica e alla scelta delle aree di rilevamento (Olvera, Cadiz, Andalusia, Spagna) e dell'area campione (Oliveto Lucano, Matera, Basilicata, Italia), è stato effettuato un fitto rilevamento geologico e geomorfologico con la raccolta di tutti i dati disponibili anche attraverso l'uso di un Ultra Mobile Personal Computer (UMPC) nell'area di Olvera. Durante il lavoro di campo sono stati scelti e testati alcuni dei software OS necessari per la digitalizzazione e l'acquisizione dei dati. Nel frattempo in laboratorio è stato realizzato il server di rete, il sito web, il database DBMS e l'interfaccia grafica dell'area WebGIS.

Nel secondo anno sono state perfezionate le tecniche di rilevamento attraverso l'uso dell'UMPC ed il suo collegamento diretto col server attraverso la tecnologia HSDPA (*High*

*Speed Downlink Packet Access*). Sono stati inoltre portati a termine la scelta, l'installazione e lo sviluppo degli altri software OS necessari al completamento del progetto per l'area DBMS e quella WebGIS. La parte più importante è stata la realizzazione, attraverso i tool GIS e grafici scelti, delle carte geologiche e geomorfologiche e soprattutto la carta della suscettibilità. Dedotta la carta della suscettibilità, è stata eseguita una nuova fase di rilevamento sul terreno al fine di una validazione della stessa.

Il terzo anno ha visto la messa a punto del software per la verifica dei movimenti di versante tramite comparazione automatica del posizionamento di oggetti sul territorio da ortofoto o foto aeree di anni differenti e quello per le simulazioni bi- e tri-dimensionali di fenomeni tipo “*mud flow*” e movimenti lenti di versante. Tutte le simulazioni e i test effettuati sulle frane nell'area di Olvera sono state verificate in campagna. Anche la simulazione di frane nell'area di Oliveto Lucano sono state "testate" sul campo.

Durante i tre anni di Dottorato sono stati prodotti Poster, Abstract ed Articoli. Di seguito riportiamo i titoli:

*Articoli pubblicati:*

-A new approach to landslide geomorphological mapping using Open-Source software in the Olvera area (Cadiz, Spain), F. Mantovani, P. D. de Cosmo, A. Suma & F.J. Gracia. Su *Landslides magazine*.

*Poster:*

-“Aplicación del software Open Source (Web GIS) a la cartografía geológica y geomorfológica del área de Olvera (Cádiz)” P.D. de Cosmo, A. Suma, F.J. Gracia y F. Mantovani, alla X Reunión Nacional de Geomorfología Cádiz, 16-19 Settembre 2008

*Abstract:*

Gypsum Karst in the Olvera Area (Cadiz Province, Andalucia, Spain), Andrea Suma, Francisco Javier Gracia Prieto, Pietro Domenico de Cosmo; 17th International Karstological School, Postojna Slovenija, 15th to 20th June, 2009

**Parole chiave:** Rilevamento geomorfologico, software Open-Source, DBMS, GIS, WebGIS, simulazioni.

## **Abstract**

This thesis was designed and built to test a new system of hardware-software combined study for the control and management of geological risk arising from mud flow landslides and slopes slow movements.

The various issues that arise at present in the landslide management risk are related to poor knowledge of the territory from the geological, geomorphological and specially geodynamic point of view. In risk management modern technical software and hardware very often are neglected, probably because no direct knowledge, that would allow a more advanced risk management in real time.

The latest hardware and software generation can identify, if associated with the availability of appropriate and correct data, any type of risk triggering cause arising from natural or anthropogenic factors.

This thesis focuses on the resolution of the above mentioned issues and finding detailed use not only at the civil protection level but also in the freelance profession.

In this thesis has been tested, with positive results, the Open - Source (OS) software applied to geological, geomorphological and geodynamic data collected on field in two areas; Olvera in Spain (detection area) and Oliveto Lucano in Italy (test area). OS software are indeed available and freely accessible at no cost.

The development of the project was divided into three main phases coinciding with the duration of doctorate (three years). They are: Geological and geomorphological survey (1st phase), server management versus UMPC and Open Source software (2nd phase) and two and three dimensional simulations of mud flow landslides with verify on test area (3rd phase).

More specifically, in the first year, in addition to the bibliographic collection and the choice of detection area (Olvera, Cadiz, Andalucia, Spain) and the test area (Oliveto Lucano, Matera, Basilicata, Italy) was carried out an intensive geological and geomorphological survey with the collection of all available data through the use of an Ultra Mobile Personal Computer (UMPC) above all in the Olvera. During the field work were selected and tested some of the OS software for digitization and data acquisition. Meanwhile in the laboratory was achieved on the network server, the web site, the DBMS database and the GUI of the WebGIS.

In the second year were improved techniques for survey detection through the use of UMPC and its direct connection with the server via HSDPA (High Speed Downlink Packet Access). Have also completed the selection, installation and development of other OS software needed to complete the project for the DBMS and the WebGIS area. Most important

was the realization, through GIS and graphics tools chosen, geological and geomorphological maps and especially the map of susceptibility. After the realization of map of susceptibility, was performed a new detection phase on the field for a map validation.

In the third year the software development for the monitoring of movements by comparison of automatic objects placement on the territory from orthophotos or aerial photos of different years was performed and also the simulated two-and three-dimensional mud flow phenomena and slopes slow movements. All the simulations and tests carried out on landslides in the Olvera was verified on field. Even the simulation of landslides in the area of Oliveto Lucano have been tested on field.

During the three years of the PhD were produced poster, pbstract and articles. Here are the headlines:

*Articles published:*

-A new approach to landslide geomorphological mapping using Open-Source software in the Olvera area (Cadiz, Spain), F. Mantovani, P. D. de Cosmo, A. Suma & F.J. Gracia. Su Landslides magazine.

*Poster:*

-“Aplicación del software Open Source (Web GIS) a la cartografía geológica y geomorfológica del área de Olvera (Cádiz)” P.D. de Cosmo, A. Suma, F.J. Gracia y F. Mantovani, alla X Reunión Nacional de Geomorfología Cádiz, 16-19 Settembre 2008

*Abstract:*

Gypsum Karst in the Olvera Area (Cadiz Province, Andalucia, Spain), Andrea Suma, Francisco Javier Gracia Prieto, Pietro Domenico de Cosmo; 17th International Karstological School, Postojna Slovenija, 15th to 20th June, 2009

**Keywords:** Geomorphological survey, Open-Source softwares, DBMS, GIS, WebGIS, simulations.

## Abbreviazioni e termini

**2D** – bidimensionale.

**3D** – tridimensionale.

**3.5G** – Nell'ambito della telefonia cellulare, il termine 3G (acronimo di 3rd Generation) indica le tecnologie e gli standard di terza generazione. 3.5G è la versione più aggiornata.

**ADSM** – coniato unendo ADSL al termine *mobile*.

**Blender G.E.** – Game Engine di Blender (Motore di simulazioni fisica di Blender).

**Client** – Componente che accede ai servizi o alle risorse di un'altra componente, detta server.

**DB** – Database.

**DBMS** – Database Management System.

**DEM** – Digital Elevation Model.

**D.E.M.** – Discrete Element Method.

**DTM** – Digital Terrain Model.

**FTP** – File Transfer Protocol (protocollo di trasferimento file), è un Protocollo per la trasmissione di dati tra host basato su TCP.

**GIS** – Geographical Information System.

**GPS** – Global Positioning System.

**HSDPA** – High Speed Downlink Packet Access – collegamento tra una stazione base e la stazione mobile ad alta velocità.

**Html** – HyperText Markup Language: linguaggio usato per descrivere la struttura dei documenti ipertestuali disponibili nel World Wide Web ossia su Internet.

**LAMP** – Abbreviazione per insieme di programmi Linux–Apache–MySQL–Php.

**Landslides** – Frane.

**“mud flow”** – Colate di fango.

**MySQL** – Relational database management system (RDBMS).

**Nvu e Kompozer** – Editor visuale open source, disponibile su più piattaforme, per la

creazione di pagine web.

**Oliveto Lucano** – Comune in Provincia di Matera nella Regione Basilicata in Italia.

**Olvera** – Città in provincia di Cadice nella Regione dell'Andalusia in Spagna.

**OS** – Open Source.

**OSSIM** – Open Source Software Image Map.

**PostGIS** – estensione spaziale per il Database Management System PostgreSQL distribuito con licenza GPL.

**PostgreSQL** – Database relazionale ad oggetti rilasciato con licenza libera.

**QGIS** – Quantum GIS.

**Rischio** – Probabilità che si verifichino eventi che producano danni a persone o cose per effetto di una fonte (pericolo, incendio, un crollo, etc.).

**Server** – Componente informatica che fornisce servizi ad altre componenti (client) attraverso una rete.

**SO** – Sistema Operativo.

Software Open Source – Programma del computer dal codice aperto.

**SOS** – Software Open Source.

**Suscettibilità** – È la propensione al dissesto di versanti attualmente privi di processi di instabilità in atto riconoscibili o pregressi (movimenti gravitativi di versante, frane) differenziate per tipologia e geometria di movimento.

**Tag (metadato)** – Un tag è una parola chiave o un termine associato a un "pezzo" di informazione (un'immagine, una mappa geografica, un post, un video clip, etc.), che descrive l'oggetto rendendo possibile la classificazione e la ricerca di informazioni basata su parole chiave. I tag sono generalmente scelti in base a criteri informali e personalmente dagli autori/creatori dell'oggetto dell'indicizzazione.

**TCP** – Transmission Control Protocol è un protocollo di livello di trasporto della suite di protocolli Internet.

**TFT** – Thin Film Transistor (TFT), in italiano transistor a pellicola sottile, è una tecnologia applicata ai display piatti a cristalli liquidi (LCD) o ad OLED che vengono in questo modo identificati come display a matrice attiva.

**UMPC** – Ultra Mobile Personal Computer.

**USB – Universal Serial Bus (USB)** è uno standard di comunicazione seriale che consente di collegare diverse periferiche ad un computer.

**WebGIS** – Geographical Information System on the Web.

**WYSIWYG** – è l'acronimo che sta per l'inglese What You See Is What You Get ("quello che vedi è quello che ottieni" o "ottieni quanto vedi"). Il termine è proprio del campo dell'informatica applicato agli editor HTML incorporati nelle pagine web che permettono di modificare pagine web non dal codice, bensì come da un normale word processor.



## Indice

“Rilevamento geomorfologico e gestione dati spaziali attraverso l'uso combinato hardware – software Open-Source per il controllo e la gestione del rischio geologico.”

Riassunto	Pag. I
Abstract	Pag. III
Abbreviazioni e termini	Pag. V
Indice	Pag. IX
Indice delle figure	Pag. XIII
Indice delle tabelle	Pag. XXI
Indice delle appendici	Pag. XXIII

<b>Capitolo 1 – Introduzione</b>	<b>Pag. 1</b>
1.1 – Esposizione del problema	Pag. 3
1.2 - Obiettivi dello studio	Pag. 3
1.3 - Organizzazione della tesi	Pag. 4
<b>Capitolo 2 – Letteratura e riferimenti bibliografici</b>	<b>Pag. 17</b>
2.1 - Geomorfologia e geologia delle aree del rilevamento	Pag. 19
2.1.1 - Inquadramento geografico	Pag. 19
2.1.2 – Geologia	Pag. 21
2.1.2.1 - Assetto geologico e tettonico	Pag. 21
2.1.2.2 - Stratigrafia – Litologia	Pag. 25
2.1.3 – Geomorfologia	Pag. 34
2.1.4 – Idrogeologia	Pag. 42
2.2 – Frane	Pag. 48
2.2.1 - Classificazione e tipo di frane	Pag. 48
2.2.1.1 – Classificazione	Pag. 48
2.2.1.2 - Proprietà e geometrie	Pag. 54
2.2.1.3 - Stato di attività e velocità del movimento	Pag. 57
2.2.1.4 - Contenuto in acqua e materiale	Pag. 59
2.2.2 - Cause e meccanismi di innesco	Pag. 59
2.2.3 - Analisi delle forze e della stabilità	Pag. 61

2.2.4 – Mitigazione	Pag. 65
2.3 - Cartografia geomorfologica e geologica	Pag. 69
2.4 - Software Open Source	Pag. 71
2.4.1 - Sistemi operativi	Pag. 72
2.4.1.1 - Linux Ubuntu Server 9.04	Pag. 73
2.4.2 - Software html	Pag. 78
2.4.2.1 – Apache2	Pag. 79
2.4.2.2 – PHP5	Pag. 79
2.4.2.3 – MySQL	Pag. 81
2.4.2.4 – Nvu e Kompozer	Pag. 83
2.4.3 - Software GIS	Pag. 85
2.4.3.1 – QGIS	Pag. 86
2.4.3.2 – G.R.A.S.S.	Pag. 92
2.4.3.3 – SAGAGIS	Pag. 94
2.4.3.4 – gvSIG	Pag. 96
2.4.4 - Software WebGIS	Pag. 97
2.4.4.1 – PostgreSQL	Pag. 99
2.4.4.2 – PostGIS	Pag. 102
2.4.4.3 – Mapserver	Pag. 103
2.4.4.4 – pMapper	Pag. 106
2.4.5 - Software 2D	Pag. 107
2.4.5.1 - ImageJ	Pag. 107
2.4.5.2 - The Gimp	Pag. 108
2.4.5.3 - OSSIM	Pag. 112
2.4.6 - Linguaggi di programmazione	Pag. 112
2.4.6.1 – Java	Pag. 112
2.4.6.2 – Python	Pag. 115
2.4.7 - Software 3D	Pag. 117
2.4.7.1 – Blender	Pag. 117
2.5 – Hardware	Pag. 121
2.5.1 – Server	Pag. 121
2.5.2 – UMPC	Pag. 121
2.6 - Carta della suscettibilità	Pag. 124

2.7 - Alcune caratteristiche delle immagini raster e loro elaborazione	Pag. 127
2.8 - Simulazioni bi e tri-dimensionali di frane	Pag. 129
<b>Capitolo 3 - Rilevamento geologico – geomorfologico e cartografia tematica</b>	<b>Pag. 133</b>
3.1 - Rilevamento classico e rilevamento attraverso l'uso di un UMPC e l'HSDPA	Pag. 135
3.2 - Forme rilevate	Pag. 139
3.3 - Realizzazione delle carte tematiche attraverso l'uso di GIS OS	Pag. 154
<b>Capitolo 4 - Gestione server, DBMS, sito internet e WebGIS</b>	<b>Pag. 163</b>
4.1 – Server	Pag. 165
4.2 – DBMS	Pag. 166
4.3 - Sito web ( <a href="http://webgis.unife.it">http://webgis.unife.it</a> )	Pag. 173
4.4 - WebGIS ( <a href="http://webgis.unife.it/Olvera/map.phtml">http://webgis.unife.it/Olvera/map.phtml</a> )	Pag. 174
<b>Capitolo 5 - Carta della suscettibilità</b>	<b>Pag. 177</b>
5.1 – Metodi	Pag. 179
5.2 – Realizzazione	Pag. 180
5.3 - Risultati finali	Pag. 193
<b>Capitolo 6 - Software per la verifica di movimenti lenti di versante e ricerca automatica multitemporale di nuovi insediamenti abitativi</b>	<b>Pag. 195</b>
6.1 - Metodi e realizzazione	Pag. 197
6.2 - Risultati finali	Pag. 218
<b>Capitolo 7 - Simulazioni bi e tri-dimensionali di frane tipo “mud-flow”</b>	<b>Pag. 219</b>
7.1 – Metodo	Pag. 222
7.2 – Realizzazione	Pag. 222
7.3 - Risultati finali	Pag. 239
<b>Capitolo 8 - Conclusioni</b>	<b>Pag. 241</b>
<b>Capitolo 9 - Bibliografia</b>	<b>Pag. 251</b>
<b>Capitolo 10 - Appendici</b>	<b>Pag. 261</b>



## Indice delle figure

Fig. 2.1 – Inquadramento generale dell'abitato di Olvera, Provincia di Cadice, Regione Andalusia, Spagna.	Pag. 19
Fig. 2.2 – Inquadramento generale dell'abitato di Oliveto Lucano, Provincia di Matera, Regione Basilicata, Italia.	Pag. 21
Fig. 2.3 – Mappa geologica della Cordigliera Betica (VERA e MARTÍN – ALGARRA, 2004).	Pag. 22
Fig. 2.4 – Mappa delle Zone Esterne Betiche. Legenda: a) Limiti tra le unità morfostrutturali delimitate nel Prebético e limite tra domini paleogeografici del Subbético, quando questo non coincide con un limite tettonico; b) Fronte Nord del Complesso Olistostromico del Guadalquivir riconosciuto nel sottosuolo; c) Massiccio Iberico; d) Copertura Tabulare; e) Cordigliera Iberica; f) Complesso del Campo di Gibilterra; g) Zone Interne Betiche; h) Bacini neogenici post-orogenici (v. rocce vulcaniche neogeniche); i-p) Zone Esterne Betiche; i) Prebético; j) Affioramenti del Complesso Olistostromico del Guadalquivir; k) Complessi Caotici Subbeticici (Subbético con struttura interna caotica); l) Dominio Intermedio; m) Subbético Esterno; n) Subbético Medio; o) Subbético Interno (p. Penibético) (VERA et al., 2004).	Pag. 23
Fig. 2.5 – Il sistema catena (Appennino) - fossa (Fossa Bradanica)-avampaese (Murge e Gargano) (PIERI <i>et al.</i> , 1997).	Pag. 25
Fig. 2.6 – Legenda delle unità descritte nelle note illustrative della Hoja 1036 “Olvera” (CANO MEDINA e JEREZ MIR, 1990).	Pag. 26
Fig. 2.7 – Estratto dalla Carta Geologica D'Italia, Foglio 200 (Tricarico), 1:25.000 e Legenda.	Pag. 31
Fig. 2.7 – Legenda Estratto dalla Carta Geologica D'Italia, Foglio 200 (Tricarico), 1:25.000.	Pag. 32
Fig. 2.8 – Bacino fiume Salandrella – Cavone (Argille di Gravina).	Pag. 33
Fig. 2.9 – Bacino fiume Basento (Sabbioni di Garaguso, depositi alluvionali e fluviali).	Pag. 34
Fig. 2.10 – Affioramento flysh tra Garaguso e Calciano.	Pag. 40
Fig. 2.11 – Forme di erosione in area Oliveto Lucano.	Pag. 40

Fig. 2.12 – Nicchie e frane da scivolamento nella zona campione Oliveto Lucano.	Pag. 41
Fig. 2.13 – Carta dei bacini idrografici della Basilicata (AdB, 2002).	Pag. 45
Fig. 2.14 - Tipi di frane da USGS Fact Sheet 2004-3072 (2004).	Pag. 49
Fig. 2.15 - Diagramma a blocchi di una frana (complex earth slide—earth flow, Varnes 1978).	Pag. 54
Fig. 2.16 - Numerazione varie parti di una frana.	Pag. 54
Fig. 2.17 - Dimensioni di una frana (IAEG Commission on Landslides 1990).	Pag. 56
Fig. 2.18 – Forza applicata su un elemento laminare.	Pag. 63
Fig. 2.19 - Forze agenti su una particella e FOS.	Pag. 131
Fig. 3.1 – Uso dell'UMPC in campagna	Pag. 135
Fig. 3.2 – Affioramento del Trias lungo la strada Algodonales – Olvera.	Pag. 140
Fig. 3.3 – Affioramento dei Calcari di Olvera in centro città (Suma, 2008).	Pag. 141
Fig. 3.4 – Affioramento Marne e calcari marnosi bianchi e grigi sul monte Las Harinas.	Pag. 142
Fig. 3.5 – Affioramento argille a blocchi.	Pag. 142
Fig. 3.6 – Affioramento del Numidico lungo la strada Algodonales – Olvera (Suma, 2008).	Pag. 143
Fig. 3.7 – Affioramento Formazione della Mina nella valle a sud di Torre Alaquime (Suma, 2008).	Pag. 143
Fig. 3.8 – Affioramento Formazione del Setenil nel Canyon dell'abitato (Suma, 2008).	Pag. 144
Fig. 3.9 – Nicchia di distacco frana scivolamento rotazionale complesso al contatto tra la formazione del Setenil e la formazione della Mina.	Pag. 146
Fig. 3.10 – Frana presente a Nord di Olvera.	Pag. 147
Fig. 3.11 – Frana lungo la Via Verde de la Sierra.	Pag. 148

Fig. 3.12 – Frana presente a Nord-Est di Olvera.	Pag. 148
Fig. 3.13 – Carta del rilevamento della colata a SO di Olvera (1- Aerea di distacco; 2 – Nicchia di distacco; 3 – Area di scorrimento; 4 – Area di accumulo; 5 – Area a rischio).	Pag. 150
Fig. 3.14 – Area della nicchia di distacco della colata a SO di Olvera.	Pag. 150
Fig. 3.15 – Frana da crollo ad Est di Olvera.	Pag. 151
Fig. 3.16 – Rill erosion su di un versante coltivato ad ulivi.	Pag. 152
Fig. 3.17 – Gully erosion lungo la Via Verde de la Sierra.	Pag. 153
Fig. 3.18 – Tratto stradale nei pressi di Olvera interessato da cedimento di terreno.	Pag. 154
Fig. 3.19 – Interfaccia grafica (GUI) di QuantumGIS.	Pag. 156
Fig. 3.20 – Interfaccia grafica (GUI) dei moduli di GRASS.	Pag. 156
Fig. 3.21 – Interfaccia grafica 3D nviz di GRASS.	Pag. 157
Fig. 3.22 – Carta geologica dell'area di studio.	Pag. 159
Fig. 3.22 – Legenda Carta geologica dell'area di studio.	Pag. 160
Fig. 3.23 – Carta geomorfologica dell'area di studio.	Pag. 161
Fig. 3.23 – Carta geomorfologica dell'area di studio e legenda.	Pag. 162
Fig. 4.1 – Finestra di Linux Ubuntu Server versione 9.04.	Pag. 165
Fig. 4.2 – Finestra di interfaccia di MySQL.	Pag. 166
Fig. 4.3 – Finestra di interfaccia di PostgreSQL.	Pag. 167
Fig. 4.4 – Home Page del progetto alla pagina web <a href="http://webgis.unife.it">http://webgis.unife.it</a> .	Pag. 173
Fig. 4.5 – Schermata di apertura del WebGIS di Olvera.	Pag. 174
Fig. 5.1 - Modello digitale del terreno dell'area di Olvera.	Pag. 181

Fig. 5.2 – Carta dell'esposizione dei versanti dell'area di Olvera.	Pag. 182
Fig. 5.3 – Carta dell'inclinazione dei versanti dell'area di Olvera.	Pag. 182
Fig. 5.4 – Carta delle litologie dell'area di Olvera.	Pag. 182
Fig. 5.5 - Carta dell'uso del suolo dell'area di Olvera e legenda.	Pag. 183
Fig. 5.6 - Faglie e lineazioni dell'area di Olvera (buffer 100 m. per lineazioni attive).	Pag. 184
Fig. 5.7 – Carta delle frane complesse presenti nell'area di Olvera.	Pag. 184
Fig. 5.8 – Carta delle colate (“mud flow”) presenti nell'area di Olvera.	Pag. 184
Fig. 5.9 - Carta della suscettibilità dell'area di Olvera.	Pag. 186
Fig. 5.9 - Legenda della carta della suscettibilità dell'area di Olvera.	Pag. 187
Fig. 5.10 - Modello digitale del terreno dell'area di Oliveto Lucano.	Pag. 189
Fig. 5.11 – Carta dell'esposizione dei versanti dell'area di Oliveto Lucano.	Pag. 190
Fig. 5.12 – Carta dell'inclinazione dei versanti dell'area di Oliveto Lucano.	Pag. 190
Fig. 5.13 – Carta delle litologie dell'area di Oliveto Lucano.	Pag. 190
Fig. 5.14 - Carta dell'uso del suolo dell'area di Oliveto Lucano e legenda.	Pag. 191
Fig. 5.15 - Faglie e lineazioni dell'area di Oliveto Lucano.	Pag. 192
Fig. 5.16 - Carta base della suscettibilità e Legenda dell'area di Oliveto Lucano.	Pag. 192
Fig. 5.17 - Carta base della suscettibilità sovrapposta alle frane della stessa zona rilevate dall'IFFI.	Pag. 193
Fig. 6.1 Ortofoto dell'abitato di Olvera (2001).	Pag. 197
Fig. 6.2 Ingrandimento dell'area analizzata dall'ortofoto dell'abitato di Olvera (2001).	Pag. 198
Fig. 6.3 Elaborazione color space Lab dell'ortofoto dell'area dell'abitato di Olvera (2001).	Pag. 198

Fig. 6.4 Elaborazione Threshold color dell'area dell'abitato di Olvera (2001).	Pag. 199
Fig. 6.5 Ortofoto dell'abitato di Olvera (2004).	Pag. 199
Fig. 6.6 Ingrandimento dell'area analizzata dell'ortofoto dell'abitato di Olvera (2004).	Pag. 200
Fig. 6.7 Elaborazione color space Lab dell'area dell'abitato di Olvera (2004).	Pag. 200
Fig. 6.8 Elaborazione Threshold color dell'area dell'abitato di Olvera (2004).	Pag. 200
Fig. 6.9 Elaborazione Math sottrattiva delle elaborazioni Threshold per gli anni 2001 - 2004.	Pag. 201
Fig. 6.10 Elemento estrapolato dall'immagine e pronto per la vettorializzazione.	Pag. 202
Fig. 6.11 Vettorializzazione e georeferenziazione dell'elemento estrapolato con “raster to vector”.	Pag. 202
Fig. 6.12 Ortofoto dell'area ad uliveti con possibili movimenti lenti di versante ad Est di Olvera (2004).	Pag. 203
Fig. 6.13 Elaborazione in color space YUV per l'area ad est di Olvera (2004).	Pag. 204
Fig. 6.14 Elaborazione in Threshold color per l'area ad est di Olvera (2004).	Pag. 204
Fig. 6.15 Ingrandimento dell'area scelta per l'analisi dell'elaborazione in Threshold color.	Pag. 204
Fig. 6.20 Ortofoto dell'area con uliveti ad est di Olvera (2001).	Pag. 205
Fig. 6.21 Elaborazione in color space YUV dell'area ad est di Olvera (2001).	Pag. 205
Fig. 6.22 Elaborazione in Threshold color dell'area ad est di Olvera (2001).	Pag. 206
Fig. 6.23 Ingrandimento dell'area scelta per l'analisi dell'elaborazione in Threshold color.	Pag. 206
Fig. 6.16 – Correlazione inversa del raster dell'area analizzata (2004).	Pag. 207
Fig. 6.17 – Individuazione automatica degli oggetti del raster (2004).	Pag. 207
Fig. 6.18 – Estrazione delle coordinate relative dei punti individuati (2004).	Pag. 208

Fig. 6.19 – Datasheet con le coordinate relative dei punti in formato numerico (2004).	Pag. 208
Fig. 6.24 - Correlazione inversa del raster dell'area analizzata (2001).	Pag. 209
Fig. 6.25 – Individuazione automatica degli oggetti del raster (2001).	Pag. 209
Fig. 6.26 – Datasheet con le coordinate relative dei punti in formato numerico anno 2001.	Pag. 210
Fig. 6.27 – Elaborazione delle due immagini raster con il modulo Average (Image calculator) di ImageJ per verificare eventuali spostamenti lenti.	Pag. 210
Fig. 6.28 – Ortofoto dell'abitato di Oliveto Lucano (2000).	Pag. 211
Fig. 6.29 – Elaborazione in color space Lab dell'area dell'abitato di Oliveto Lucano (2000).	Pag. 211
Fig. 6.30 – Elaborazione in Threshold color dell'area dell'abitato di Oliveto Lucano (2000).	Pag. 212
Fig. 6.31 – Ortofoto dell'abitato di Oliveto Lucano (2006).	Pag. 212
Fig. 6.32 – Elaborazione in color space Lab dell'area dell'abitato di Oliveto Lucano (2006).	Pag. 212
Fig. 6.33 – Elaborazione in Threshold color dell'area dell'abitato di Oliveto Lucano (2006).	Pag. 213
Fig. 6.34 – Elaborazione in Math sottrattiva delle elaborazioni in Threshold degli anni 2000 – 2006 dell'abitato di Oliveto Lucano.	Pag. 213
Fig. 6.35 – Ortofoto dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2000).	Pag. 214
Fig. 6.36 – Elaborazione in color space YUV dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2000).	Pag. 214
Fig. 6.37 – Elaborazione in Threshold color dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2000).	Pag. 215
Fig. 6.38 – Area scelta per l'analisi dell'elaborazione in Threshold (2000).	Pag. 215
Fig. 6.39 – Ortofoto dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2006).	Pag. 215
Fig. 6.40 – Elaborazione in color space YUV dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano(2006).	Pag. 216

Fig. 6.41 – Elaborazione in Threshold color dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2006).	Pag. 216
Fig. 6.42 – Area scelta per l'analisi dell'elaborazione in Threshold (2006).	Pag. 216
Fig. 6.43 – Correlazione inversa dei raster dell'area analizzata per l'anno 2000 e 2006.	Pag. 217
Fig. 6.44 – Elaborazione delle due immagini raster attraverso il modulo Average (Image calculator) di ImageJ per verificare eventuali spostamenti lenti.	Pag. 217
Fig. 6.45 - Elaborazione delle due immagini raster attraverso il modulo Subtract (Image calculator) di ImageJ per verificare eventuali spostamenti.	Pag. 217
Fig. 6.46 – Immagine ripresa sul campo dell'area ad uliveti di Olvera.	Pag. 218
Fig. 7.1 – Foto aerea dell'area delle nicchie di distacco della frana in località Calciano.	Pag. 223
Fig. 7.2 – Nicchia di distacco laterale e scarpata secondaria.	Pag. 224
Fig. 7.3 – Superficie di separazione della colata superiore.	Pag. 224
Fig. 7.4 – Superficie di separazione della colata inferiore.	Pag. 225
Fig. 7.5 – Spostamento centimetrico della superficie di separazione della colata superiore.	Pag. 225
Fig. 7.6 – Transverse cracks sul corpo principale.	Pag. 226
Fig. 7.7 – Transverse cracks disposti a gradinata sul corpo principale.	Pag. 226
Fig. 7.8 – Uso dell'UMPC sulla colata.	Pag. 227
Fig. 7.9 – Insieme delle litologie presenti sul corpo principale.	Pag. 228
Fig. 7.10 – Sabbioni di Garaguso sui fianchi destro e sinistro della frana.	Pag. 228
Fig. 7.11 – Cartello di pericolo lungo la S.S. 277.	Pag. 229
Fig. 7.12 – Attraversamento da parte della frana, che supera il muretto di contenimento in cemento, sulla S.S. 277.	Pag. 229

Fig. 7.13 – Carta del rilevamento della frana in località Calciano.	Pag. 231
Fig. 7.14 – Importazione del DEM attraverso lo script YADEMI modificato.	Pag. 232
Fig. 7.15 – Icosfera mesh master per l'inserimento delle proprietà caratteristiche.	Pag. 232
Fig. 7.16 – Modulo di inserimento del Sistema particellare, della Fisica ed del joint dell'oggetto.	Pag. 233
Fig. 7.17 – Modulo di inserimento del dominio della viscosità del fluido.	Pag. 233
Fig. 7.18 – Modulo di inserimento delle Collisioni (Damping, Friction e Permeability).	Pag. 234
Fig. 7.19 – Modulo di caricamento Scriptlinks (Python).	Pag. 234
Fig. 7.20 – Pannello di inserimento Render – Animation.	Pag. 235
Fig. 7.21 – Simulazione della frana di Olvera al tempo t0 (0 min. - 0,2 m/s)	Pag. 235
Fig. 7.22 – Simulazione della frana di Olvera al tempo t1 (3 min. - 7 m/s)	Pag. 236
Fig. 7.23 – Simulazione della frana di Olvera al tempo t2 (7 min. - 0,8 m/s)	Pag. 236
Fig. 7.24 – Simulazione della frana di Oliveto Lucano (Calciano) al tempo t0	Pag. 237
Fig. 7.25 – Simulazione della frana di Oliveto Lucano (Calciano) al tempo t1	Pag. 237
Fig. 7.26 – Simulazione della frana di Oliveto Lucano (Calciano) al tempo t2	Pag. 238

## Indice delle tabelle

Tab. 1.1 – Step della tesi di dottorato suddivisi per anni di attuazione.	Pag. 10
Tab. 2.1- Classificazione secondo Cruden e Varnes (1996).	Pag. 48
Tab. 2.2 - Classificazione delle frane secondo Hutchinson (1988).	Pag. 52
Tab. 2.3 - Classificazione dei meccanismi di una frana da Hutchinson (1988) and EPOCH (1993).	Pag. 53
Tab. 2.4 - Nomenclatura delle varie parti di una frana (IAEG Commission on Landslides 1990).	Pag. 55
Tab. 2.5 – Descrizione dimensioni di una frana (IAEG Commission on Landslides 1990).	Pag. 56
Tab. 2.6 – Stato di attività, descrizione del movimento principale e secondario.	Pag. 58
Tab. 2.7 - Velocità del movimento.	Pag. 59
Tab. 2.8 – Classificazione dei processi che innescano una frana (dopo Brunsden, 1993).	Pag. 61
Tab. 2.9 – Caratteristiche dei metodi comunemente utilizzati per l'Analisi dell'Equilibrio limite per la stabilità della pendenza.	Pag. 65
Tab. 2.10 – lista riassuntiva dei differenti interventi utilizzabili per la stabilizzazione di un particolare movimento franoso.	Pag. 67
Tab. 4.1 – Shape spaziali realizzati durante il rilevamento.	Pag. 169
Tab. 4.2 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB delle Frane.	Pag. 170
Tab. 4.3 – Tabella di esempio per alcuni valori dei campi impostati nel DB delle Frane.	Pag. 171
Tab. 4.4 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB della Geologia.	Pag. 171
Tab. 4.5 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB della Litologia.	Pag. 171
Tab. 4.6 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB delle strade	Pag. 172

Tab. 4.7 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB delle aree in erosione.	Pag. 172
Tab. 4.8 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB dei bacini e delle aste fluviali.	Pag. 173
Tab. 5.1 Passaggi fondamentali per la realizzazione della carta della suscettibilità dell'area di Olvera.	Pag. 181
Tab. 5.2 Valori assegnati (0-6) alle varie caratteristiche (funzione delle proprietà) delle carte raster ai fini della realizzazione della carta della suscettibilità dell'area di Olvera.	Pag. 186
Tab. 5.3 Passaggi fondamentali per la realizzazione della carta base della suscettibilità dell'area di Oliveto Lucano.	Pag. 188
Tab. 5.4 Valori assegnati (0-6) alle varie caratteristiche tipologiche delle carte raster ai fini della realizzazione della carta base della suscettibilità dell'area di Oliveto Lucano.	Pag. 189

## Indice delle flow chart

Flow chart 1.1 – Sviluppo per fasi del progetto di dottorato.	Pag. 5
Flow chart 1.2 – Fase Sviluppo 1: Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area di Olvera e realizzazione della cartografia tematica.	Pag. 7
Flow chart 1.3 – Fase Sviluppo 2: Software OS, Carta della suscettibilità, UMPC e gestione server.	Pag. 8
Flow chart 1.4 – Fase Sviluppo 3: Verifiche e test per le simulazioni e la carta della suscettibilità nell'area del rilevamento e nell'area campione	Pag. 9
Flow chart 3.1 – UMPC VS GvSIG Mobile.	Pag. 136
Flow chart 3.2 – Flusso dati UMPC via HDPSA al Server.	Pag. 137
Flow chart 3.3 – Compressione dati su UMPC per invio server e decompressione automatica.	Pag. 138
Flow chart 3.4 – Dal rilevamento geomorfologico alla cartografia (layout map) in verde.	Pag. 155
Flow chart 4.1 – collegamenti dei DBMS con le altre aree del progetto (in verde).	Pag. 168
Flow chart 4.2 – Collegamenti dell'area WebGIS con le altre aree del progetto (in verde).	Pag. 175
Flow chart 4.3 – Carta dei processi interni di un WebGIS.	Pag. 176
Flow chart 5.1 - Metodologia semi-quantitativa con overlap di tematismi pesati.	Pag. 179



# **CAPITOLO 1**

## **Introduzione**



## 1.1 - Esposizione del problema

L'idea dell'intero progetto della tesi nasce dalla necessità sempre maggiore di dover pianificare e gestire il rischio idrogeologico a fronte di eventi estremi quali le frane di tipo "mud-flow" ed i movimenti di versante in tempi rapidi al fine di pianificare non solo gli interventi a difesa dall'evento ma anche di prevenzione dello stesso e di protezione della popolazione che potrebbe essere coinvolta.

## 1.2 - Obiettivi dello studio

L'obiettivo è quello di realizzare e testare un metodo legato sia alla conoscenza delle proprietà geologiche e geomorfologiche di un'area, sia all'uso di hardware e software OS per la pianificazione e gestione dei rischi immediati legati ad eventi naturali o antropici estremi. In particolare il rischio riguarda le frane di tipo "mud flow" e i movimenti lenti di versante.

Qui di seguito si riporta lo sviluppo in fasi dello studio per il raggiungimento degli obiettivi prefissati:

- ✓ Raccolta bibliografica;
- ✓ Ricerca area rilevamento (Olvera, Cadiz, Spagna) e area campione (Oliveto Lucano, Matera, Italia);
- ✓ Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area pilota (Olvera);
- ✓ Scelta del sistema operativo OS e dei software OS per lo sviluppo del progetto;
- ✓ Realizzazione WebGIS area rilevamento;
- ✓ Realizzazione della cartografia tematica delle aree;
- ✓ Realizzazione server di rete OS;
- ✓ Realizzazione sito internet del progetto (<http://webgis.unife.it>);
- ✓ Realizzazione sistema DataBase Management System (DBMS) OS;
- ✓ Uso di un UMPC per l'inserimento immediato della cartografia in ambiente GIS su campo;
- ✓ Connessione HDPSA con server;
- ✓ Uso ed sviluppo dei software open source;
- ✓ Realizzazione Carta della Suscettibilità delle aree;
- ✓ Verifica sul campo dei risultati delle carte ed analisi del lavoro di laboratorio;
- ✓ Realizzazione software verifica movimenti versante tramite comparazione automatica

posizionamento oggetti su territorio da ortofoto;

- ✓ Simulazioni bi- e tri-dimensionali di fenomeni tipo “*mud flow*” e movimenti lenti di versante;
- ✓ Test del sistema realizzato sull'area campione (Oliveto Lucano);
- ✓ Realizzazione sistema server compatto da hardkey di software e dati.

Lo sviluppo del progetto è stato effettuato attraverso l'uso di numerosi software riportati di seguito suddivisi per area tecnica di competenza:

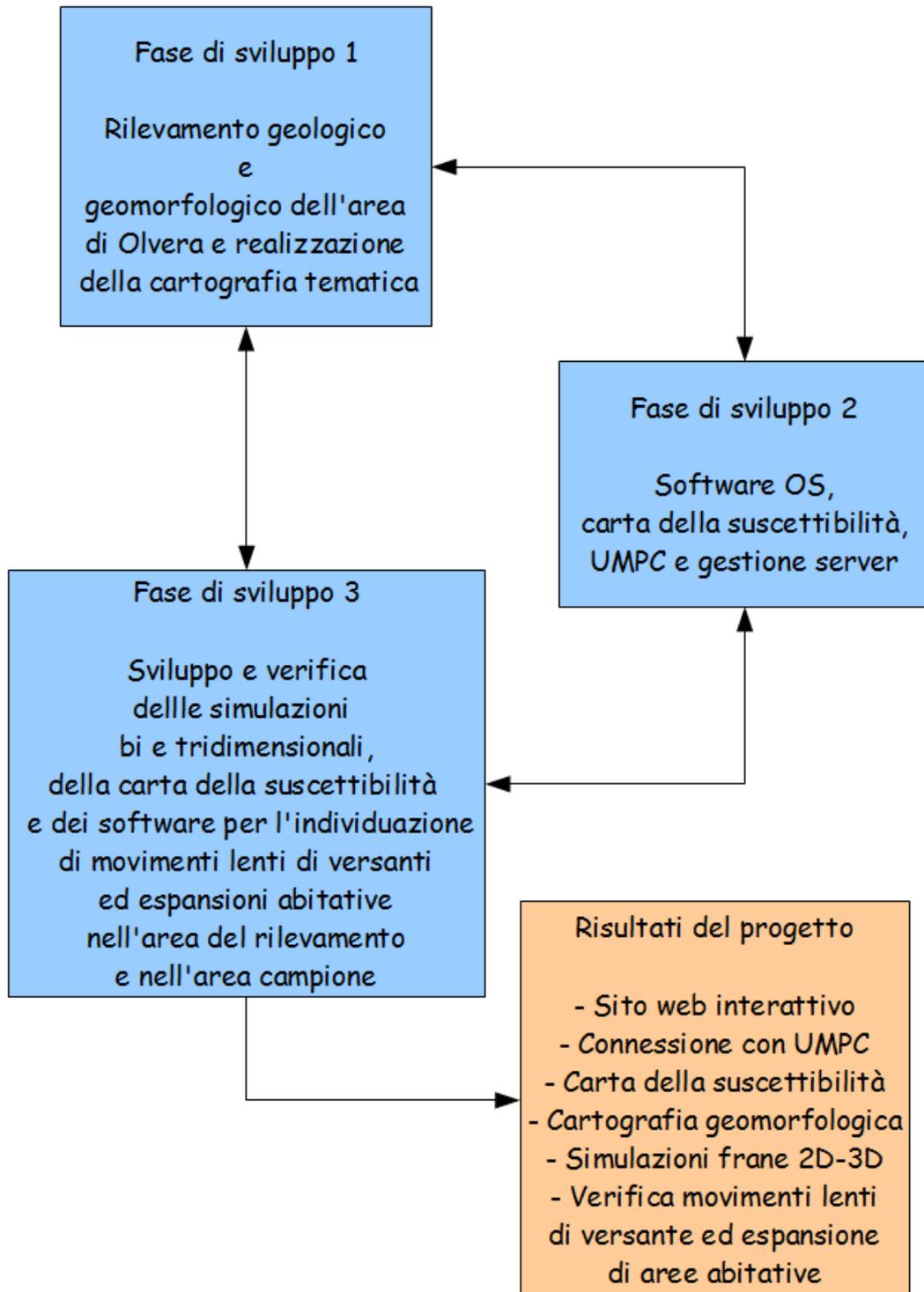
- ✗ SO: Linux Ubuntu Server 9.04;
- ✗ Software html: Apache2, PHP5, MySQL e nvu;
- ✗ Software GIS: QGIS, G.R.A.S.S. e SAGAGIS;
- ✗ Software WebGIS: PostgreSQL, PostGIS, Mapserver e pMapper;
- ✗ Software 2D: ImageJ, The Gimp e OSSIM;
- ✗ Software linguaggio programmazione software OS: Java e Python;
- ✗ Software 3D: Blender.

### **1.3 - Organizzazione della tesi**

Il progetto è stato suddiviso in tre fasi di sviluppo (flow chart 1) che sono state: il rilevamento geologico - geomorfologico e la realizzazione della cartografia tematica (1); Utilizzo e scelta del software Open Source, realizzazione della carta della suscettibilità, l'uso in campo di un UMPC e la gestione del server (2); le simulazioni bi e tridimensionali, con verifiche e test, di frane tipo “*mud flow*”, la realizzazione del software per la verifica dei movimenti lenti di versante tramite comparazione automatica del posizionamento di oggetti sul territorio da ortofoto e del software per l'individuazione automatica di aree di espansione di centri abitati. (3). Durante il primo anno, oltre alla raccolta bibliografica e alla scelta delle aree di rilevamento (Olvera, Cadiz, Andalusia, Spagna) e dell'area campione (Oliveto Lucano, Matera, Basilicata, Italia), è stato effettuato un rilevamento geologico e geomorfologico con la raccolta di tutti i dati disponibili anche attraverso l'uso di un UMPC nella campagna di Olvera. Durante il lavoro di campo sono stati scelti e verificati alcuni dei software OS necessari per la digitalizzazione e l'acquisizione dei dati per la realizzazione di alcune carte tematiche. Nel frattempo in laboratorio è stato realizzato il server di rete, il sito web, il database DBMS e l'interfaccia grafica dell'area WebGIS.

## Flow chart 1.1 - Sviluppo per fasi del progetto di dottorato

Rilevamento geomorfologico e gestione dati spaziali attraverso l'uso combinato hardware  
- software Open-Source per il controllo e la gestione del rischio geologico.



Flow chart 1.1 - Sviluppo per fasi del progetto di dottorato.

Durante il secondo anno sono state perfezionate le tecniche di rilevamento attraverso l'uso dell'UMPC ed il suo collegamento diretto col server attraverso la tecnologia HSDPA (*High Speed Downlink Packet Access* che in Italia corrisponde al termine ADSM, coniato unendo ADSL al termine *mobile*). Sono stati inoltre portati a termine la scelta, l'installazione e lo sviluppo degli altri software OS necessari al completamento del progetto tra cui l'area DBMS e quella WebGIS. Fondamentale è stata la realizzazione, attraverso i tool GIS e grafici scelti, delle carte geologiche e geomorfologiche ed in particolare la carta della suscettibilità. Dopo la realizzazione della carta della suscettibilità si è ritornati in campo per verificare quale potesse essere la veridicità della stessa.

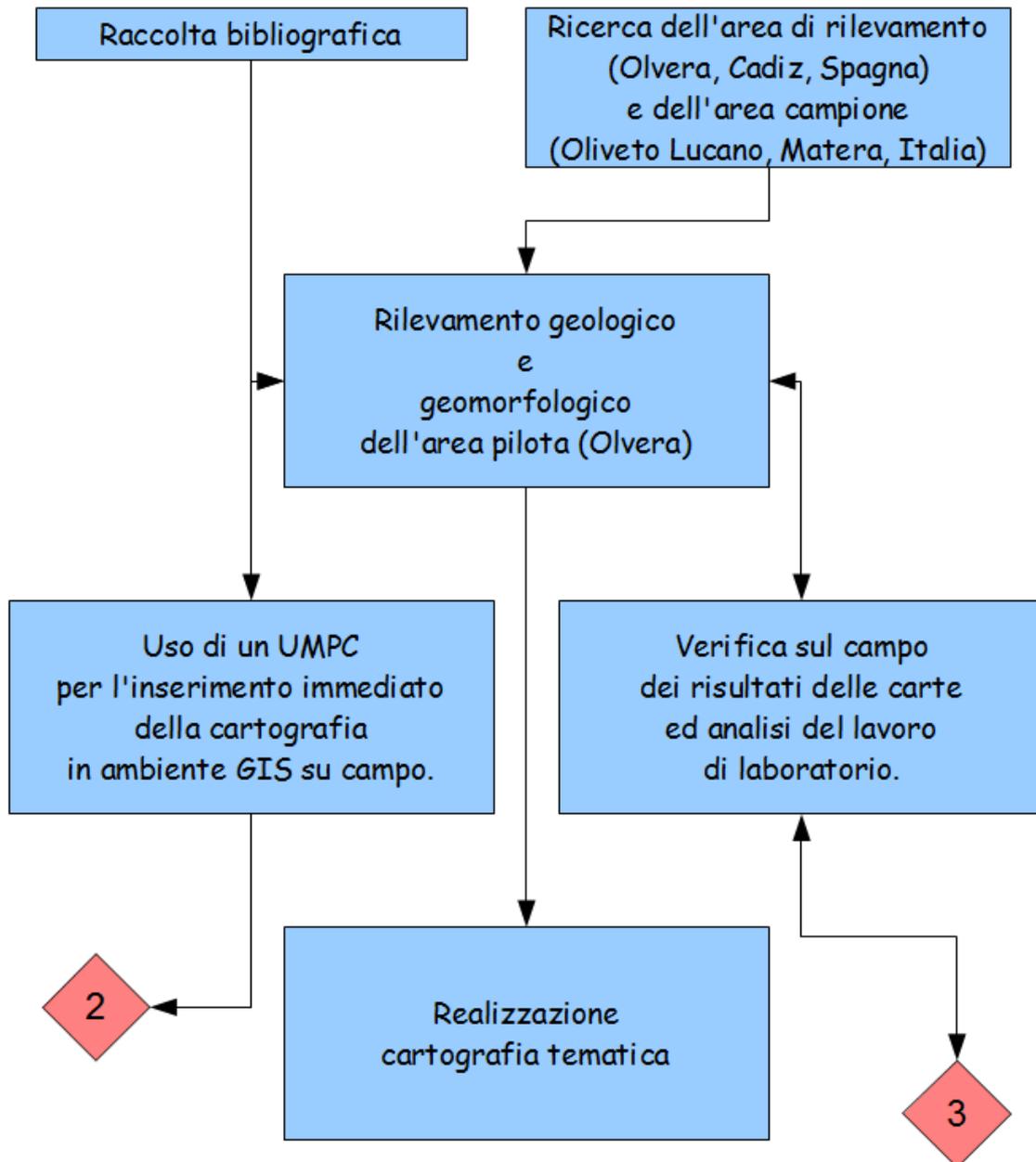
Nel terzo anno sono stati messi a punto il software per la verifica dei movimenti lenti di versante tramite comparazione automatica del posizionamento di oggetti sul territorio da ortofoto o foto aeree di anni differenti e quello per le simulazioni bi- e tri-dimensionali di fenomeni tipo “*mud flow*” e movimenti lenti di versante. Tutte le simulazioni e i test effettuati su frane nell'area di Olvera sono state verificate in campagna. Si è quindi passati alla simulazione di frane in area Oliveto Lucano e testate sul campo.

Durante questi anni sono state prodotte presentazioni scientifiche di Poster, Abstract ed Articoli (§ riassunto o abstract).

Le tre fasi di sviluppo sono state ulteriormente suddivise in differenti moduli che corrispondono pressappoco agli *step* del progetto (flow chart 1.2, 1.3 ed 1.4).

## Flow chart 1.2 - Fase di sviluppo 1: Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area di Olvera e realizzazione della cartografia tematica

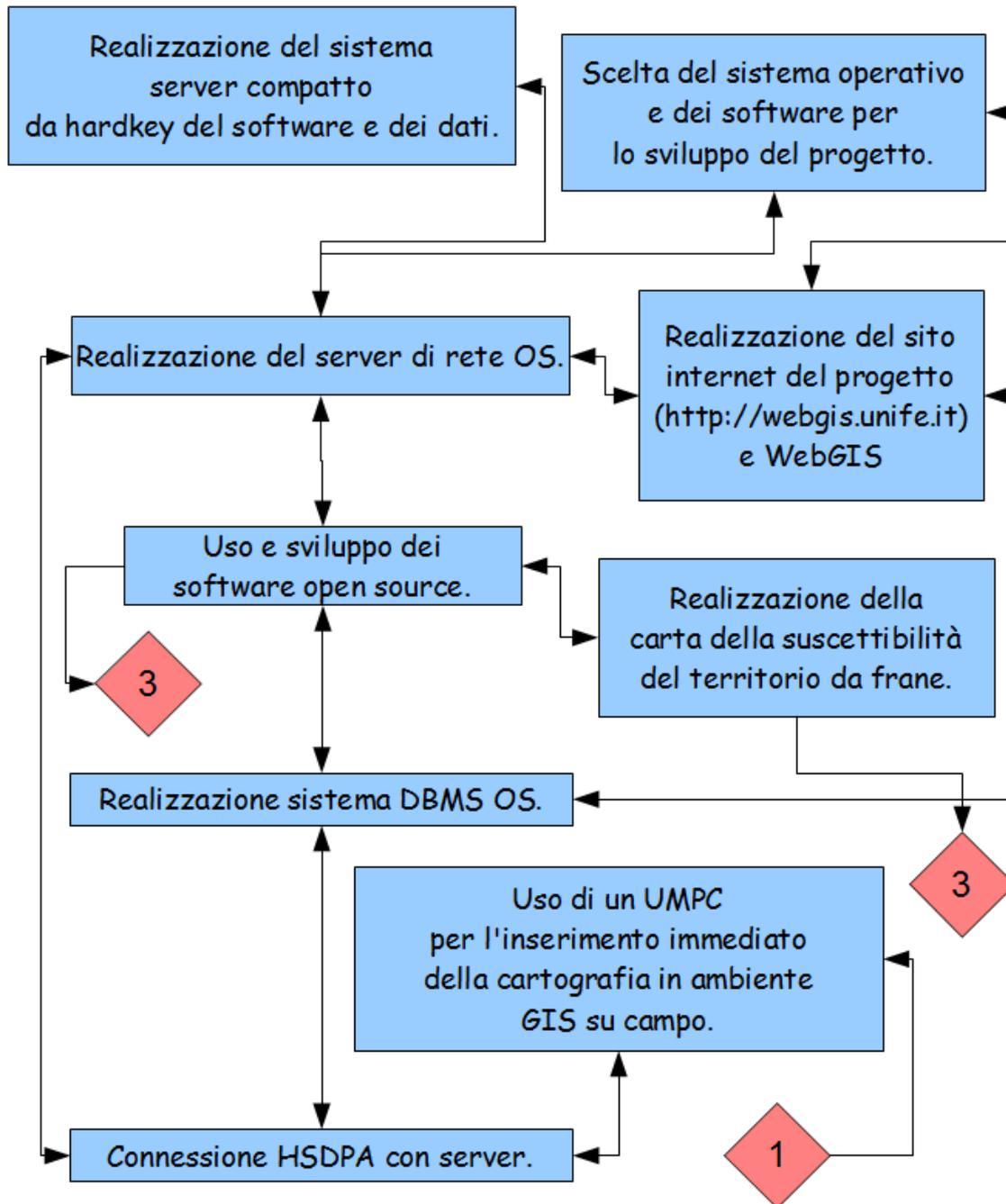
Rilevamento geomorfologico e gestione dati spaziali attraverso l'uso combinato hardware - software Open-Source per il controllo e la gestione del rischio geologico.



Flow chart 1.2 - Fase Sviluppo 1: Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area di Olvera e realizzazione della cartografia tematica.

## Flow chart 1.3 - Fase di sviluppo 2: Software OS, carta della suscettibilità, UMPC e gestione server

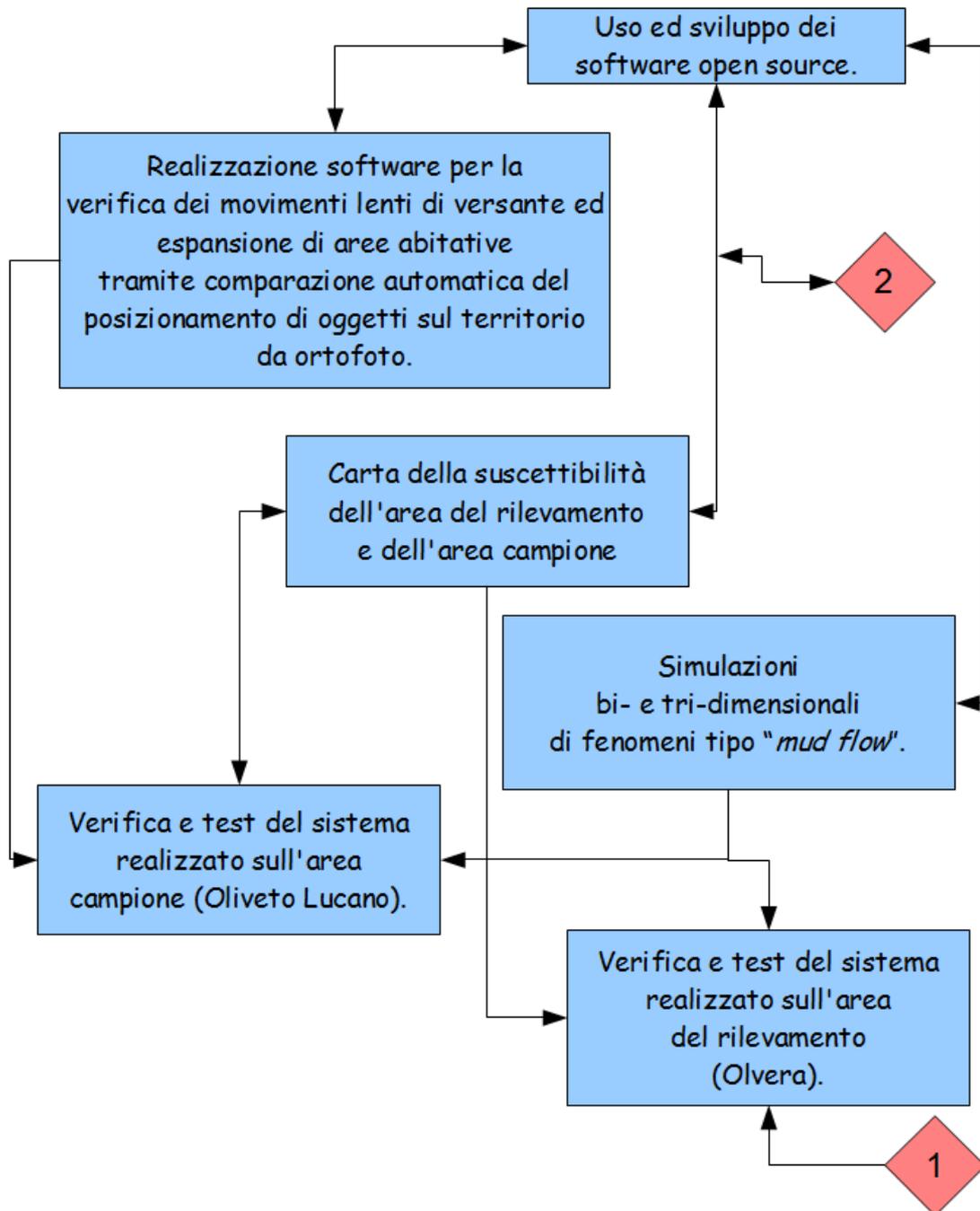
Rilevamento geomorfologico e gestione dati spaziali attraverso l'uso combinato hardware - software Open-Source per il controllo e la gestione del rischio geologico.



Flow chart 1.3 - Fase Sviluppo 2: Software OS, Carta della suscettibilità, UMPC e gestione server.

**Flow chart 1.4 - Fase di sviluppo 3: Verifiche e test per le simulazioni e la carta della suscettibilità nell'area del rilevamento e nell'area campione**

Rilevamento geomorfologico e gestione dati spaziali attraverso l'uso combinato hardware - software Open-Source per il controllo e la gestione del rischio geologico.



Flow chart 1.4 – Fase Sviluppo 3: Verifiche e test per le simulazioni e la carta della suscettibilità nell'area del rilevamento e nell'area campione

Vengono riportati gli step in tabella 1.1 suddividendoli temporalmente nell'arco dei tre anni.

I anno	Raccolta bibliografica.
	Ricerca dell'area del rilevamento (Olvera, Cadiz, Spagna) e dell'area campione (Oliveto Lucano, Matera, Italia).
	Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area pilota (Olvera).
	Scelta del sistema operativo open source e dei software open source per lo sviluppo del progetto.
	Realizzazione del server di rete OS.
	Realizzazione del sito internet del progetto ( <a href="http://webgis.unife.it">http://webgis.unife.it</a> ).
	Realizzazione della cartografia tematica.
	Realizzazione del WebGIS dell'area del rilevamento (Olvera).
II anno	Realizzazione del sistema DBMS OS.
	Uso dell'UMPC per l'inserimento immediato della cartografia in ambiente GIS su campo.
	Connessione HSDPA con il server.
	Uso e sviluppo dei software open source.
	Realizzazione della carta della suscettibilità da frana dell'area del rilevamento e dell'area campione.
	Verifica sul campo dei risultati delle carte ed analisi del lavoro di laboratorio.
III anno	Realizzazione del software per la verifica dei movimenti lenti di versante tramite comparazione automatica del posizionamento di oggetti sul territorio da ortofoto e del software per l'individuazione automatica di aree di espansione di centri abitati.
	Simulazioni bi- e tri-dimensionali di fenomeni tipo “ <i>mud flow</i> ” e di movimenti lenti di versante.
	Test del sistema realizzato sull'area campione (Oliveto Lucano).
	Realizzazione di un sistema di server compatto su hardkey di software e dati.

Tab. 1.1 – Step della tesi di dottorato suddivisi per anni di attuazione.

Introduciamo fase per fase tutti gli step, che verranno sviscerati nei capitoli successivi, per mostrare e dare un'idea generale di tutto il lavoro svolto e per una visione dell'insieme immediata visto la quantità e varietà di lavoro, dati e software utilizzati.

## **Fase di sviluppo 1:**

### ***-La raccolta bibliografica.***

La raccolta è stata eseguita sia on-line nelle riviste di settore, che presso le strutture bibliotecarie universitarie di Ferrara e di Cadiz. Il titolo e l'abstract della maggior parte dei documenti sono stati catalogati per essere disponibili digitalmente attraverso il sito del progetto. I file sono stati suddivisi nelle seguenti categorie: rilevamento geologico e geomorfologico, GIS, software open source (server, SO, software GIS), carta della suscettibilità e hardware.

### ***-Ricerca area rilevamento (Olvera, Cadiz, Spagna) e area campione (Oliveto Lucano, Matera, Italia).***

La scelta dell'area del rilevamento di campagna è stata effettuata tenendo presente la necessità di avere in loco tutti gli elementi geologici, geomorfologici e climatici, che potessero essere legati ai fenomeni franosi di tipo “*mud flow*” e movimenti lenti di versante. Questa scelta è ricaduta nel Comune di Olvera in provincia di Cadice nella Spagna meridionale (Andalucia) dove, oltre alla vicinanza con l'università del 2° relatore, per la particolare posizione fisiografica e geologica dove, soprattutto in alcuni periodi dell'anno per le avverse condizioni meteorologiche, si innescano diversi fenomeni franosi. Per l'area campione è stata scelta quella di Oliveto Lucano in provincia di Matera (Basilicata, Italia) in quanto possiede molte delle caratteristiche dell'area pilota (Geologia, forme geomorfologiche, altezza e pendenze dei versanti, clima, etc).

### ***-Rilevamento geologico e geomorfologico dell'area pilota (Olvera).***

Il rilevamento di campagna è stato effettuato, in collaborazione con il dott. Suma Andrea durante la sua Tesi di Laurea, utilizzando sia metodi classici che con l'aiuto di un UMPC per la vettorializzazione e il posizionamento GPS immediato delle forme e dei litotipi presenti nell'area. Il primo rilevamento è stato effettuato per realizzare una carta geologica ed una geomorfologica mirata all'individuazione delle frane e dei movimenti di versante. Una seconda fase del rilevamento è stata effettuata dopo il lavoro di realizzazione della carta della suscettibilità per testare il metodo utilizzato e verificare se le zone individuate sulla mappa potessero essere realmente a rischio. La terza fase, dopo il lavoro di elaborazione dati per il confronto con l'area campione di Oliveto Lucano, ha comportato la verifica sul campo nell'area campione delle aree di probabile dissesto franoso.

***-Uso di un UMPC per l'inserimento immediato della cartografia in ambiente GIS su campo.***

Il rilevamento geologico e geomorfologico ed i test di laboratorio sono stati condotti attraverso l'utilizzo di un UMPC (Asus R2E) con antenna GPS integrata e connessione HSDPA. Attraverso il software OS gvSig mobile ([www.gvsig.gva.es](http://www.gvsig.gva.es)) è stato possibile interagire con le mappe, i dati vettoriali ed i DBMS, inserendo, tramite localizzazione di punti GPS, le informazioni rilevate. Inoltre tramite connessione HSDPA si è stabilito un'accesso diretto al server remoto per inviare e ricevere informazioni e dati sull'area del rilevamento. Allo stesso tempo si sono fotografate e "taggate" le forme geomorfologiche e i litotipi più importanti, compreso i campioni prelevati in situ, ed inviare immediatamente il tutto al server.

***-Verifica sul campo dei risultati delle carte ed analisi del lavoro di laboratorio.***

Dopo la realizzazione della carta della suscettibilità (§ Fase di sviluppo 3, flow chart 1.4), della carta geomorfologica e del database delle forme e delle aree di rischio (§ Fase di sviluppo 2, flow chart 1.3) e delle simulazioni di frane (§ Fase di sviluppo 3, , flow chart 1.4), si sono effettuati sopralluoghi nelle località nelle quali venivano evidenziate o ipotizzate particolari problematiche legate ai dissesti idrogeologici.

***-Realizzazione cartografia tematica.***

Attraverso l'uso dei software GIS OS (QGIS, GRASS e SagaGIS) tutto quello che è stato rilevato in campagna, raccolto nei database, dalla bibliografia e dai dati messi a disposizione dai vari enti è stato utilizzato per la realizzazione di carte tematiche fondamentali allo studio del territorio tra le quali: la carta geologica, la carta geomorfologica, la carta delle pendenze (clivometrica), la carta della convessità, etc.

**Fase di sviluppo 2:**

***-Scelta del sistema operativo (SO) e dei software open source (OS) per lo sviluppo del progetto.***

Il sistema operativo OS utilizzato è stato Linux Ubuntu Server 9.04 mentre per la gestione del server web Apache2. PHP5 come linguaggio di programmazione per le pagine web, MySQL come DBMS generico, nvu (Kompozer) e Quanta Plus per la creazione del sito web del progetto.

Per la gestione, l'elaborazione, il modellamento spaziale e la visualizzazione dei dati geografici GIS bi- e tri-dimensionali è stato utilizzato QGIS (Quantum GIS), G.R.A.S.S. (Geographic Resources Analysis Support System), SAGAGIS (System for an Automated Geographical

Analysis) e gvSig.

Per lo sviluppo WebGIS è stato utilizzato, come database relazionale PostgreSQL, come database spaziale PostGIS, come motore per il sistema webgis Mapserver e come interfaccia grafica web pMapper.

Per la gestione e le elaborazioni delle immagini raster (dalle generiche alle aeree e satellitari) sono stati utilizzati ImageJ (Image Processing and Analysis in Java), The Gimp (GNU Image Manipulation Program) e OSSIM (Open Source Software Image Map).

Come linguaggio di programmazione per i software OS utilizzati nel progetto, sono stati utilizzati Java (piattaforma di sviluppo software per il network computing) e Python (linguaggio di script pseudocompilato).

Il software utilizzato per le simulazioni 2 e 3D è stato Blender (Game Engine). Blender è un programma Open Source di grafica e animazione 3D del quale è stato sfruttato il motore fisico "Game Engine" dell'animazione per le simulazioni.

#### ***-Realizzazione sistema server compatto da hardkey di software e dati.***

Con il fiorente sviluppo delle chiavette di memoria hardware (hardkey) è stato possibile importare e rendere eseguibile direttamente da una porta USB di un qualsiasi computer l'avvio del sistema operativo server completo di tutto il software necessario per le analisi e lo sviluppo del progetto.

#### ***-Realizzazione sito internet del progetto (<http://webgis.unife.it>).***

Per la visibilità in rete e la gestione via web del progetto è stato realizzato un sito internet (<http://webgis.unife.it/>) dal quale è possibile, oltre ad avere informazioni sullo sviluppo del progetto, interagire con i dati disponibili sia in modalità interfaccia FTP database (DB) che in modalità grafica.

#### ***-Realizzazione WebGIS dell'area di rilevamento.***

Attraverso la digitalizzazione vettoriale e raster fatta per tutti i dati spaziali rilevati, è stato realizzato un WebGIS (interfaccia web che permette l'interrogazione e la visualizzazione di dati spaziali) con l'utilizzo di Mapserver, pMapper e PostGIS. È possibile interrogare e visualizzare i dati all'indirizzo del sito del progetto <http://webgis.unife.it/index.html>.

#### ***-Realizzazione del server di rete OS.***

Con l'utilizzo di Linux Ubuntu Server 9.04, Apache2, MySQL e Php5 è stato creato un server di rete in grado di gestire dati numerici e spaziali rendendoli disponibili sempre. Attraverso il centro di telematica dell'Università di Ferrara è stato possibile rendere disponibile e visibile dall'esterno il server fisicamente posizionato nell'ufficio.

### ***-Uso ed sviluppo dei software open source.***

Attraverso i software precedentemente elencati è stata realizzata attraverso il rilevamento geologico e geomorfologico, l'uso di un UMPC (con software gvSig mobile direttamente in campo ed in collegamento diretto col server), l'uso in laboratorio di PostgreSQL e PostGIS come DBMS, l'uso di QGIS, G.R.A.S.S. e Saga GIS per l'inserimento di dati GIS e The Gimp, la cartografia geologica e geomorfologica e la carta della suscettibilità dell'area di Olvera.

La realizzazione del software per la verifica dei movimenti lenti di versante tramite comparazione automatica del posizionamento di oggetti su territorio da ortofoto e foto aeree è stata approntata attraverso l'uso, oltre ai precedenti software, anche di ImageJ e di OSSIM.

Per le simulazioni bi- e tri-dimensionali invece sono stati usati Blender e Python.

Per ottenere i risultati finali, molti di questi software sono stati modificati o creati nuovi script di programmazione in Python o Java.

### ***-Realizzazione carta della suscettibilità del territorio.***

Attraverso i dati ottenuti dal rilevamento geologico e geomorfologico (litologia, frane, lineazioni tettoniche etc.), l'analisi (pendenze ed esposizione dei versanti) dei modelli digitali del terreno (DTM, digital elevation model) e la carta dell'uso del suolo, è stata realizzata attraverso l'elaborazione dei dati raster ottenuti, la carta della suscettibilità.

### ***-Realizzazione sistema DBMS OS.***

Il sistema di archiviazione dati è gestito fondamentalmente da tre software DBMS MySQL, PostgreSQL e PostGIS. Il primo gestisce i dati generici come password e codici, il secondo gestisce le relazioni tra i metadati dei valori rilevati mentre il terzo gestisce i dati spaziali degli elementi rilevati. Le interfacce grafiche di inserimento dei dati sono phpMyAdmin per MySQL mentre pgAdmin III, GRASS e QGIS per PostgreSQL e PostGIS.

### ***-Connessione HSDPA con server.***

Attraverso il collegamento tra l'UMPC e il server con la scheda di connessione con codice di trasferimento dati HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) dell'UMPC, è stato possibile interagire con i database e i dati raster già catalogati, integrando, in tempo reale, tutto il sistema e rendendo disponibili, immediatamente a tutti on-line le informazioni numeriche e spaziali rilevate.

### ***-Uso di un UMPC per l'inserimento immediato della cartografia in ambiente GIS sul campo (vedi Fase di sviluppo 1).***

### **Fase di sviluppo 3:**

***-Uso ed sviluppo dei software open source (vedi Fase di sviluppo 2).***

***-Realizzazione del software per la verifica dei movimenti lenti di versante tramite comparazione automatica posizionamento oggetti su territorio da ortofoto o foto aeree e del software per l'individuazione automatica di aree di espansione di centri abitati.***

Attraverso l'automatizzazione e la modifica di comandi di ImageJ e l'uso di ortofoto dell'area di rilevamento è stato possibile creare DB contenenti coordinate di oggetti riconosciuti automaticamente dal software rispetto a punti fissi conosciuti e fare un confronto tra schede nel DB tra le coordinate di differenti anni degli stessi oggetti. Ad esempio, per le nostre due aree sono stati utilizzati gli alberi di ulivo presenti in quantità rilevante sui versanti. E' così stato possibile riconoscere movimenti lenti di versante non visibili sul terreno durante il rilevamento. Questo sistema risulta molto utile per il monitoraggio di vaste aree con possibile rischio di velocizzazione del fenomeno. Infatti si può facilmente calcolare la velocità nei vari intervalli temporali e calcolare il delta delle variazioni. E' dunque anche possibile importare i raster in ambiente GIS in maniera speditiva e confrontare le due immagini realizzate accendendo e spegnendo uno dei due layer verificandone eventuali spostamenti. Con la stessa metodologia ma spazi colore differenti è stato realizzato un sistema in grado di discernere aree abitate su ortofoto di anni diversi e farne un confronto per l'individuazione automatica di aree di espansione di centri abitati.

***-Simulazioni bi- e tri-dimensionali di fenomeni tipo “mud flow” e di movimenti lenti di versante.***

Attraverso il motore fisico “Game Engine” di Blender e gli script appositamente creati per implementare le caratteristiche litologiche e fisiche dei fenomeni franosi è stato possibile simulare frane di tipo “mud flow”, colate e movimenti lenti di versante. In particolare sono stati sviluppati script in grado di associare alle particelle fisiche utilizzate nelle simulazioni, le caratteristiche necessarie per farle interagire con le superfici generate dai DTM delle aree di frana e quindi la possibilità di visualizzazione ed evoluzione temporale di un determinato evento in una determinata area. Inoltre è stato possibile realizzare filmati e immagini di tutte le simulazioni.

***-Test del sistema realizzato sull'area campione (Oliveto Lucano).***

Tutto quello che si è appreso dall'esperienza sull'area pilota, è stato applicato, prima della verifica e conoscenza dell'area, nell'area campione di Oliveto Lucano. Si sono raccolte

tutta la documentazione, le carte, i database e i dati generali disponibili dell'area di Oliveto Lucano e si sono applicati gli stessi software e gli stessi script creati per l'area di Olvera. La verifica sul campo ha evidenziato che il software è in grado di stabilire discretamente aree che possono essere considerate a rischio. Per le simulazioni ci vorrà tempo per capire se l'evoluzione temporale potrà svilupparsi nel modo determinato dal nostro lavoro.

# **CAPITOLO 2**

**Letteratura**

**e**

**referimenti bibliografici**



## 2.1 - Geologia e geomorfologia delle aree del rilevamento

### 2.1.1 - Inquadramento geografico

**Area rilevamento Olvera, provincia di Cadice, regione Andalusia, Spagna.**

L'area del rilevamento è situata nel settore nord-orientale della provincia di Cadice, Andalusia occidentale, al confine con le province di Siviglia e Malaga (Fig. 2.1).



Fig. 2.1 – Inquadramento generale dell'abitato di Olvera, Provincia di Cadice, Regione Andalusia, Spagna.

L'area è limitata a nordest dall'abitato di Pruna, a nord, nordovest e sudovest da quello di Olvera, ed a sud e sudest da quelli di Torre Alháquime e Setenil de las Bodegas.

La zona del rilevamento è situata tra i terreni della campagna e della “sierra” di Cadiz, un insieme di pianure e rilievi bassi che si estendono ad ovest delle “sierras” e definiscono la cosiddetta “campiña di Olvera”, terminazione occidentale del “Bacino di Ronda” (Gracia F.J. 2008).

Sono colline con suoli fertili, di altezze comprese tra i 200 e gli 800 metri s.l.m. circa, con massima elevazione in corrispondenza della Sierra de las Harinas, dove si raggiungono i 797 metri s.l.m., ed il rilievo del Castillo de Pruna, con 695 metri s.l.m. Il reticolo idrografico non è molto sviluppato con corsi d'acqua che hanno regimi di portata di scarsa rilevanza volumetrica, come l'Arroyo de Alonso, il Rio Guadalporcún e l'Arroyo Salado.

L'area ha un carattere tipicamente Mediterraneo, tendenzialmente semicontinentale, con temperature medie annuali intorno ai 20°C, variabili in funzione dell'altitudine. Le massime si hanno nei mesi estivi, con valori prossimi ai 40°C, mentre le minime non scendono in media al di sotto dei 10°C (Gracia F.J. 2008). Le precipitazioni sono molto irregolari comprese tra i 700 ed i 1000 mm annui (López Geta J.A. 2005). Le piogge si concentrano alla fine dell'autunno e dell'inverno, con un periodo di siccità durante l'estate, mentre infrequenti risultano gli acquazzoni estivi. Le precipitazioni hanno il gradiente condizionato dalla topografia e dalla sua influenza sui fronti umidi atlantici invernali, provenienti dai settori occidentali e sudoccidentali (Gracia F.J. 2008). Quindi si osservano tipiche piogge orografiche, condizionate dalla generale orientazione N-S degli stessi, i quali intercettano il passaggio dei suddetti fronti di nubi atlantici. Nel territorio di Olvera, tuttavia, si riconoscono puntualmente aree di basse precipitazioni, specie nelle porzioni di sottovento della Sierra de Lájjar, che determinano la presenza sul terreno di indicatori morfologici e botanici più propri di climi semiaridi (Gracia F.J. 2008).

#### **Area campione Oliveto Lucano, provincia di Matera, regione Basilicata, Italia.**

L'area campione è situata nel settore orientale della provincia di Matera, al confine con la regione Puglia (Fig. 2.2).

È limitata a nord dal fiume Basento nel comune di Calciano, a est dal comune di Garaguso, a sud sud-est dal Torrente Salandrella ed a Ovest dall'area comunale di Accettura. L'area campione è situata nelle colline argilloso sabbiose ai confini delle due provincie lucane. Sono colline fertili, di altezze comprese tra i 200 e i 1000 metri s.l.m. circa, con massima elevazione in corrispondenza del Monte Malerba dove si raggiungono i 1087 metri s.l.m., e la Valle del Fiume Basento con media di 200 metri s.l.m.

Il reticolo idrografico si sviluppa su corsi d'acqua che hanno regimi di portata di media rilevanza volumetrica, come il fiume Basento, e di minor rilevanza come il Torrente Salandrella.

L'area ha un carattere semicontinentale-mediterraneo, con temperature medie annuali intorno ai 15°C, variabili in funzione dell'altitudine. Le massime si hanno nei mesi estivi, con valori prossimi ai 40°C, mentre le minime non scendono in media attorno agli 0°C.

Le precipitazioni sono comprese tra i 1000 ed i 1600 mm annui. Le piogge si concentrano durante il periodo autunnale e invernale con presenza di neve e periodi estivi e primaverili secchi con possibilità di acquazzoni estivi.



Fig. 2.2 – Inquadramento generale dell'abitato di Oliveto Lucano, Provincia di Matera, Regione Basilicata, Italia.

## 2.1.2 – Geologia

### 2.1.2.1 - Assetto geologico e tettonico

#### Area rilevamento Olvera, provincia di Cadice, regione Andalusia, Spagna.

Nel quadro geologico generale e come descritto nella carta 1036 “Olvera” (1990), nell’area di rilevamento risultano prevalentemente rappresentati i terreni attribuiti alle distinte zone e formazioni secondo lo schema interpretativo proposto da Cano Medina e Jerez Mir (1990):

- 1) *Flysch ultrabético (Unità del Aljibe)*, equivalente ai terreni del *Complejo dei Flyschs* e del *Complejo del Campo de Gibraltar* (Stromberg e Bluck, 1998; Luján *et al.*, 2000; Martín – Algarra e Vera, 2004);
- 2) *Zona Subbética*, definizione generica ed analoga all’accezione di cui sopra (García-Dueñas, 1967; Mauthe, 1971; Vera e Martín – Algarra, 2004);
- 3) *Trias subbético indifferenziato*, ovvero analogo del Trias germanico e derivante dal Paleomargine Sudiberico (di cui le Zone Esterne Betiche fanno parte);
- 4) *Subbético Medio (meridionale) con torbiditi* (*sensu* Cano Medina e Jerez Mir, 1990) caratterizzato dal predominio delle facies marnose nel Giurassico – Cretaceo (Vera *et al.*, 2004); e) *Materiali post-orogenici*, discordanti sull’orogene betico e colmanti i già ricordati *Bacini post-orogenici*.

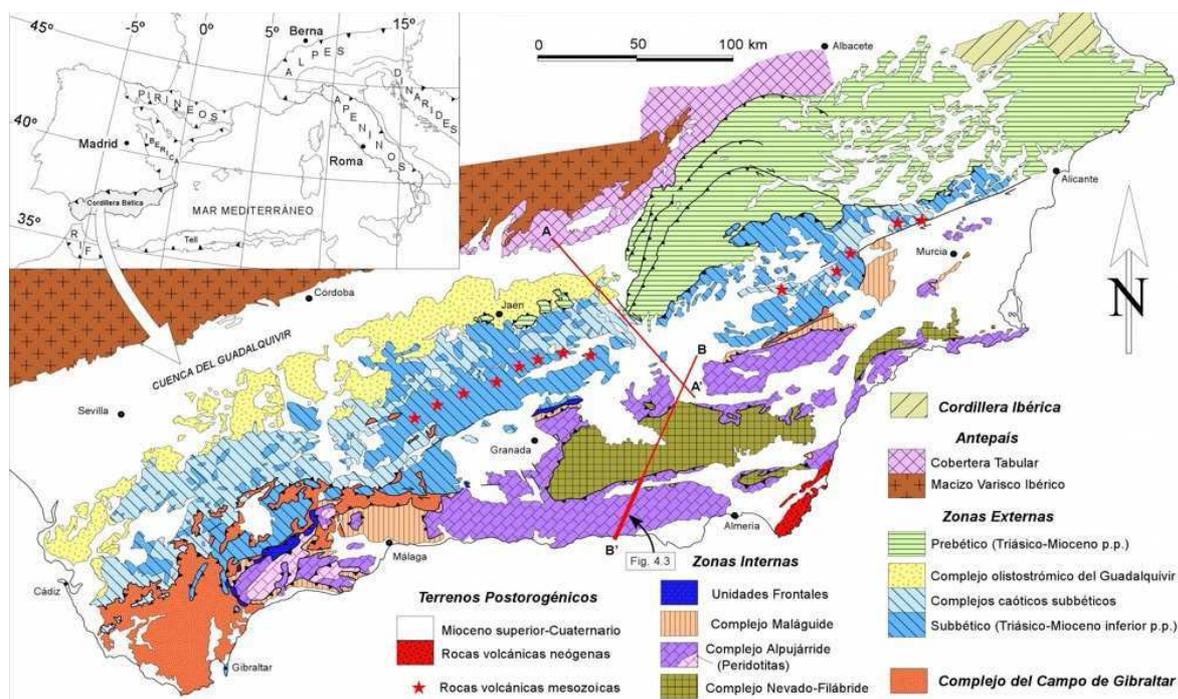


Fig. 2.3 – Mappa geologica della Cordigliera Betica (VERA e MARTÍN – ALGARRA, 2004).

Nella prima edizione delle note illustrative della carta 1036 “Olvera” (1990) erano descritte nello schema geologico di sintesi le cosiddette *Formazioni tettono-sedimentarie* (*Formaciones tectonosedimentarias*), meglio conosciute in letteratura come Argille con blocchi (Chauve, 1968, Mauthe, 1971) e, più recentemente (Crespo-Blanc *et al.*, 2004), inglobati nei *Compleksi Caotici Subbetic* (da cui la denominazione informale e, a nostro parere, impropria di “caotico eterogeneo”, talora riscontrabile in letteratura). Tali Argille sono state oggetto di dibattito per lungo tempo, vertendo la controversia sull’età, modalità di formazione e rapporti stratigrafici con le unità adiacenti. Cano Medina e Jerez Mir (1990), nell’edizione successiva delle già citate note, disconoscono la possibilità, espressa da Bourgois *et al.* (1972, 1974), che esse siano di origine ed età burdigaliana, notando come i blocchi in discussione, quando esistono, costituiscono canali torbidity organizzati ed inglobati nella facies argillosa di scarpata, oppure, sono riconoscibili in quanto tali in relazione a processi tettonici successivi alla sedimentazione ed, infine, legati a soliflusso quaternario (permettendo, peraltro, la mescolanza di marne burdigaliane e corrispettiva fauna fossile) (Cano Medina e Jerez Mir, 1990). Quest’ultima, d’altra parte, è pure l’interpretazione più recente (Crespo-Blanc *et al.*, 2004).

Nell’ambito della Cordigliera Betica si suole riconoscere la presenza di tre gruppi di

unità geologiche di rango maggiore (Stromberg e Bluck, 1998; Marín-Lechado et al., 2007) (Fig. 2.3): le Zone Interne Betiche (Zonas Internas Béticas), Il Complesso del Campo di Gibilterra (Complejo del Campo de Gibraltar) e le Zone Esterne Betiche (Zonas Externas Béticas). Tutte sono costituite da complessi di unità tettoniche alloctone, con grado di alloctonia minore verso le aree tettonicamente più esterne (prossime all'avampata). Dette unità si raggruppano in insiemi secondo i propri tratti litologici, stratigrafici e petrologici, e secondo il proprio significato paleogeografico.

L'area di rilevamento si trova all'interno della Zonas Externas Béticas (Fig. 2.4).

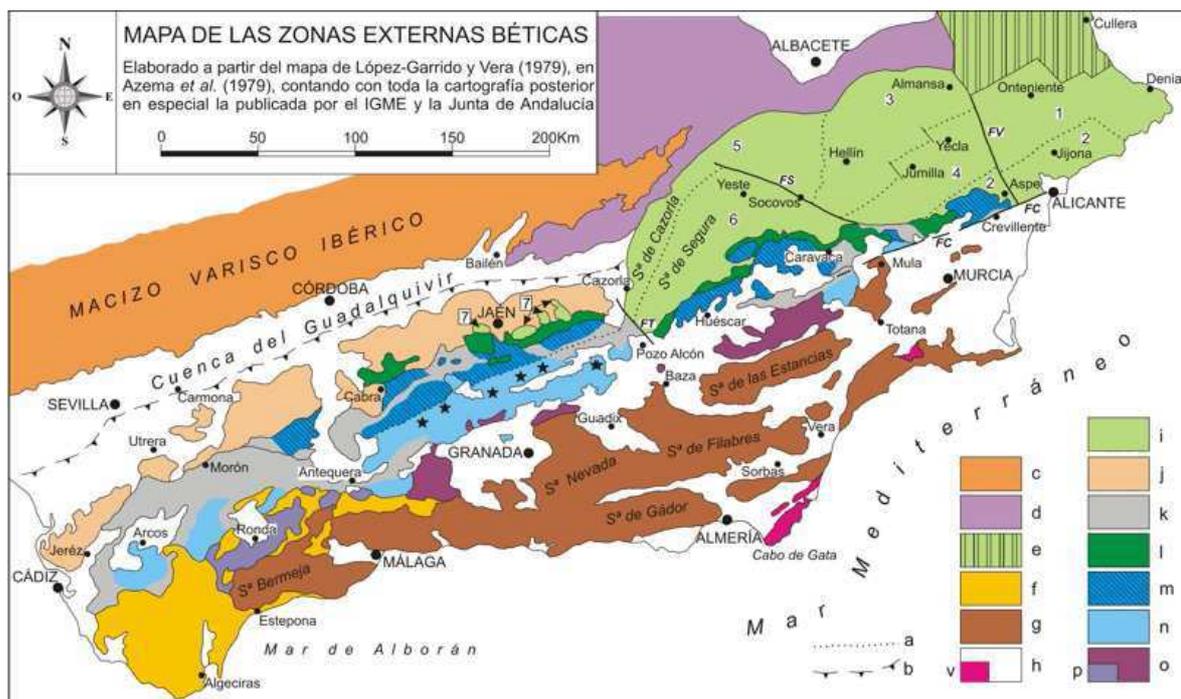


Fig. 2.4 – Mappa delle Zone Esterne Betiche. Legenda: a) Limiti tra le unità morfostrutturali delimitate nel Prebético e limite tra domini paleogeografici del Subbético, quando questo non coincida con un limite tettonico; b) Fronte Nord del Complesso Olistostromico del Guadalquivir riconosciuto nel sottosuolo; c) Massiccio Iberico; d) Copertura Tabulare; e) Cordigliera Iberica; f) Complesso del Campo di Gibilterra; g) Zone Interne Betiche; h) Bacini neogenici post-orogenici (v. rocce vulcaniche neogeniche); i-p) Zone Esterne Betiche; i) Prebético; j) Affioramenti del Complesso Olistostromico del Guadalquivir; k) Complessi Caotici Subbeticos (Subbético con struttura interna caotica); l) Dominio Intermedio; m) Subbético Esterno; n) Subbético Medio; o) Subbético Interno (p. Penibético) (VERA et al., 2004).

Le Zonas Externas Béticas affiorano estesamente al S e al SE del Massiccio Iberico e della valle del Guadalquivir, dal golfo di Cadice alla provincia di Alicante, e si suddividono in due grandi domini tettonostratigrafici: il Prebetico ed il Subbetico, formati entrambi da successioni di rocce sedimentarie triassico-mioceniche, fortemente deformate, però poco o per nulla interessate dal metamorfismo alpino. Il Prebetico comprende unità parautoctone (nei

settori più esterni) e moderatamente alloctone che affiorano quasi esclusivamente nel settore orientale della Cordigliera. Il Subbetico sovrascorre ampiamente sul Prebetico ed affiora a S di quest'ultimo e a N delle Zone Interne. La sua struttura interna è molto più complessa poiché rappresentata da unità tettoniche intensamente deformate e largamente alloctone. In vasti settori tali unità hanno perso la loro coerenza interna e sono state trasformate in masse caotiche brecciate, ciò giustificando, ragionevolmente, la definizione di Complessi Caotici Subbetici (*Complejos Caóticos Subbeticos*) (Vera e Martín – Algarra, 2004).

Il Complejo del Campo de Gibraltar affiora principalmente nelle province di Cadice e Malaga, per quanto si ritrovi, molto tettonizzato, anche verso E (al contatto tra le Zone Esterne e le Zone Interne) e, in forma equivalente, nel N dell'Africa. Le unità di questo complesso sono rappresentate da coperture sedimentarie meso-cenozoiche, distaccate dall'originario substrato e prive di tracce di metamorfosi alpina (Stromberg e Bluck, 1998), ragione per cui alcuni autori tendono ad includerle nelle Zone Esterne (Vera e Martín – Algarra, 2004).

Le Zonas Internas Beticas (anche note come *Zona Betica s.s.*) comprendono tutto il settore centro-orientale più meridionale dell'area betica. Definiscono la regione più intensamente deformata dell'orogene e sono essenzialmente costituite da una pila antiforme di unità sovrapposte tettonicamente, a cui si aggiunge una zona frontale di interconnessione (le Unidades Frontales) con l'area di contatto con il Complejo del Campo de Gibraltar e le Zonas Externas Beticas. Tradizionalmente la pila antiforme è stata suddivisa, dal basso verso l'alto, in tre complessi metamorfici (di grado da HP/LT a LP/LT, per quelli inferiori): Complejos Nevadofilábride, Alpujárride e Maláguide (Marín-Lechado *et al.*, 2007), inizialmente considerati falde di sovrascorrimento, per quanto gli attuali contatti indichino quasi sempre movimenti in regime di faglia normale o distacco estensionale (Vera e Martín – Algarra, 2004).

### **Area campione Oliveto Lucano, provincia di Matera, regione Basilicata, Italia.**

Il territorio lucano rappresenta un segmento della catena neogenica che si sviluppa dal nord Africa fino alle Ellenidi, attraverso la Sicilia, l'Appennino, le Alpi meridionali e le Dinaridi. Tale area, in particolare, è compresa tra la finestra oceanica del Tirreno meridionale ad ovest, ed il sistema avampaese - avanfossa (avampaese apulo ed avanfossa bradanica) ad est, in flessione verso i quadranti occidentali (Fig. 2.5). La costruzione della catena si è articolata attraverso le fasi di rifting e di spreading del Triassico - Giurassico legate ai grandi processi estensionali e/o trassensionali che coinvolgono il margine occidentale della Placca adriatica,

seguite da grandi processi d'inversione tettonica e di raccorciamento innescati dalle fasi di collisione continentale, cui si sovrappongono processi di distensione e processi di tettonica trascorrente legati all'apertura del Tirreno. Le fasi di convergenza continentale, con subduzione di crosta oceanica, hanno portato, nell'Oligocene, all'inizio della collisione continentale (Vignola et al., 2007).



Fig. 2.5 – Il sistema catena (Appennino) - fossa (Fossa Bradanica)-avampaese (Murge e Gargano) (PIERI et al., 1997).

In effetti la regione costituisce un tratto della fascia orogenica derivante dalla deformazione del settore meridionale della Tetide (continente africano o promontorio africano adriatico). Più in particolare i terreni affioranti nel territorio regionale sono da riferire ad antichi domini paleogeografici individuatisi a partire dal Mesozoico: essi erano rappresentati, procedendo dal margine interno verso l'avampaese, da una piattaforma carbonatica (Piattaforma campanolucana), da un ampio bacino, sviluppatosi dal Trias al Miocene inferiore, in un regime tettonico essenzialmente distensivo (Bacino di Lagonegro) e quindi di compressione (Bacino irpino) ed infine da una nuova piattaforma carbonatica. Su tali terreni poggiano successioni clastiche plioquaternarie.

La struttura generale dell'Appennino lucano è quella di un edificio a "falde di ricoprimento" con trasporto orogenico via via meno intenso dalle aree occidentali a quelle orientali ove si riconoscono depositi finalmente autoctoni (Vignola et al., 2007).

#### 2.1.2.2 - Stratigrafia – Litologia

##### Area rilevamento Olvera, provincia di Cadice, regione Andalusia, Spagna.

Per fornire uno schema conoscitivo delle unità stratigrafiche zonali, ci rifacciamo allo schema proposto da Cano Medina e Jerez Mir (1990) nelle note illustrative (Fig. 2.6) più volte menzionate mettendo in evidenza due errori di valutazione estremamente importanti: in primo luogo nel riferimento a domini paleogeografici (Zona Subbética, Materiali Post-orogenici,

ecc.); secondariamente nell'utilizzo frequente del termine gerarchico di "complesso" (Complesso del Campo di Gibilterra, Materiali affini al Complesso Malaguide, ecc.)(Suma, 2008).

### LEYENDA

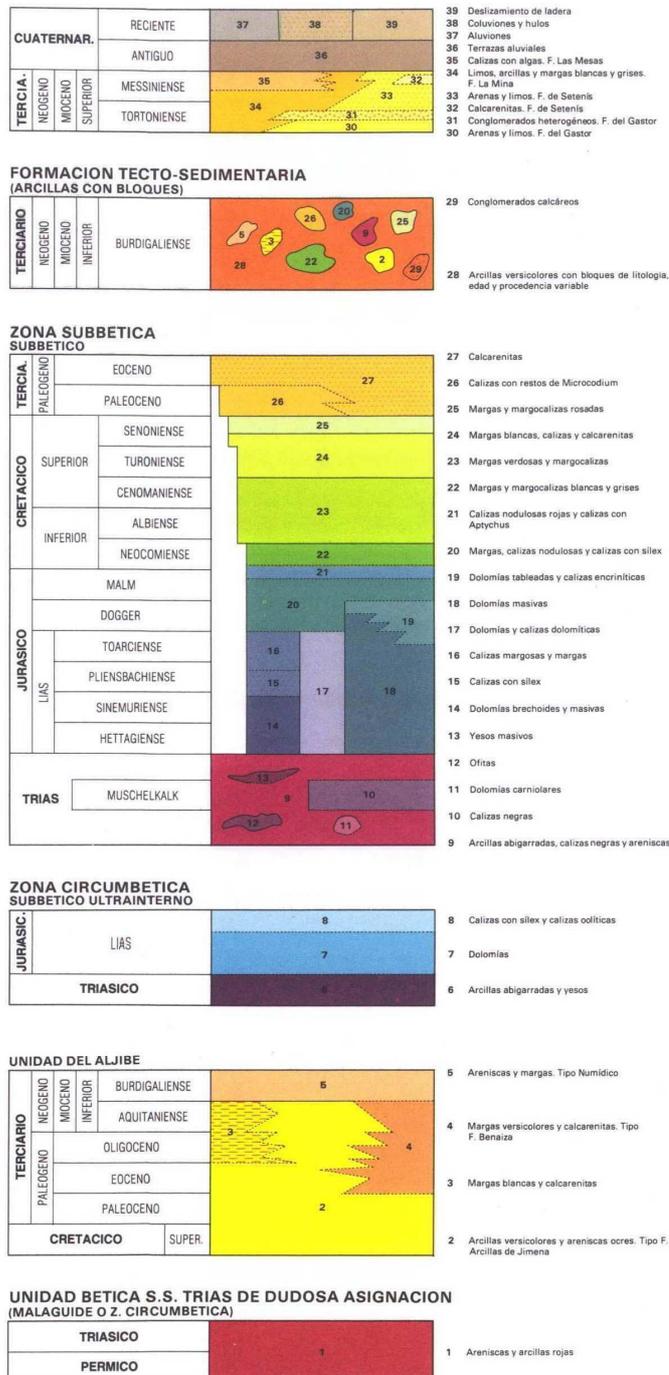


Fig. 2.6 – Legenda delle unità descritte nelle note illustrative della Hoja 1036 “Olvera” (CANO MEDINA e JEREZ MIR, 1990).

In riferimento al quadro di Cano Medina e Jerez Mir (1990), tra gli elementi geologici delineati dell'area del rilevamento, sono riconoscibili:

- ***Flysch ultrabético (Unità del Aljibe)*** - suddiviso dagli autori in quattro tipologie litologicamente e cronologicamente distinte:

a) *Cretaceo superiore – Oligocene*: alla base argille verdastre e rossastre con livelli calcarenitici di piccolo spessore e finemente laminati e calcari detritici organogeni con foraminiferi. Si riconosce la scarsità di affioramenti rilevabili nell'areale (in ciò dimostrando la criticabilità, da parte nostra, di una tale suddivisione classificativa), in relazione al forte rimaneggiamento ed ai fenomeni di scivolamento gravitativo cui sono stati sottoposti. L'unico taglio stradale con un certo grado di rappresentatività è individuato nei pressi di Olvera. Questa porzione è ritenuta equivalente alle Argille di Jimena (*Formación de Arcillas de Jimena, sensu Didon, 1969*).

b) *Oligocene*: consiste in una sequenza di tipo flysch con alternanze di calcareniti e marne bianche e grigie, quasi sempre associate alla base delle ***Arenarie del Aljibe*** (*Areniscas del Aljibe*) vedi punto c.), tuttavia senza presentare continuità con queste ultime, per ragioni tettoniche.

c) *Aquitaniiano*: è rappresentato tipicamente dalle ***Arenarie del Aljibe*** (o ***Numidicas***). L'insieme è definito da materiali arenacei in banchi di spessore variabile, arrivando a livelli dell'ordine dei 4-5 metri. Tra questi strati arenacei di granulometria grande, esclusivamente quarzo, si presentano livelli arenacei e marne verdastre prive di fossili determinabili. Pendon (1978) le classifica come areniti subquarzose immature e le interpreta come depositi di *grain flow*. D'altra parte, pure in letteratura si legge come le *Arenarie Numidiche* siano la formazione principale e più caratteristica dell'***Unità del Aljibe***, elemento del *Complesso del Campo di Gibilterra* (Luján *et al.*, 2000), dando forma a gran parte dei rilievi della provincia di Cadice e superando (in talune zone) i 1000 metri di spessore (Martín-Algarra *et al.*, 2004). Sempre in Martín-Algarra *et al.* (2004), si apprende come esse siano generalmente classificate quali quarzareniti molto pure, ultramature (e, dunque, difformemente da quanto sostenuto dal Pendon, 1978), principalmente di grana da media a grossa, ben arrotondate, frequentemente eolizzate, di derivazione africana ed età Aquitaniana (Didon *et al.*, 1984, Guerrera *et al.*, 1990). Il contatto con il tratto inferiore oligocenico si presenta, in alcuni punti, apparentemente concordante, mentre nella maggior parte dei casi lo si riconosce chiaramente meccanizzato, agendo come un insieme indipendente dalla base e scollato totalmente da essa (Cano Medina e Jerez Mir, 1990).

- ***Trias Subbético Indifferenziato (Trias Subbético Indiferenciado)*** – derivante dalle piattaforme

del Paleomargine Sudiberico (cfr. 3.1.1) con facies tipiche del Trias germanico ed incluse nel quadro delle Zone Esterne Betiche. Si distinguono tre elementi differenziabili e solo in parte affioranti e visibili nell'areale analizzato:

a) in primo luogo si riconosce la presenza di una estesa porzione in facies tipicamente **Keuper**, costituita da marne dal peculiare colore rossiccio, giallastro e violaceo (ragion per cui sono localmente meglio note come “*margas irisadas*”) alle quali si intercalano livelli arenacei, a tratti con strutture di ordinamento interno, di ordine decimetrico, calcari scuri e gessi (questi ultimi sia intercalati finemente nelle marne, sia disseminati od in forma massiva in affioramento per un loro sfruttamento con finalità estrattive). Frequente la presenza di dolomie di aspetto carniolare e breccioide, intercalate tra le marne o disposte, generalmente, nei tratti più elevati e che potevano formare parte della copertura triassica. Pure frequenti sono gli affioramenti di rocce basiche subvulcaniche (doleriti), principalmente preservate come piccoli blocchi tettonici e classicamente conosciute come **Ofitas** nella letteratura geologica spagnola (in ragione della distintiva tessitura ofitica) (Morata *et al.*, 1997).

b) in secondo luogo si riscontrano affioramenti calcarei dolomitici di colore scuro in taglio fresco, tipici della facies **Muschelkalk.**, posizionati sia sulle argille della facies Keuper, che intercalati in alcuni suoi punti alle stesse argille.

c) il terzo insieme è costituito da elementi di aspetto caotico e brecciato. In cui si ritrovano ciottoli e blocchi di dolomie, calcari (liassici), calcari in facies **Muschelkalk.**, Ofitas. Non sono stati riscontrati nell'insieme litotipi di età post-liassica (Cano Medina e Jerez Mir, 1990).

- **Subbetico Medio (meridionale) con torbiditi** – distinto litologicamente e cronologicamente in:

a) **Dogger – Malm:** affiorante in misura limitata nella serie della Sierra de las Harinas (Cano Medina e Jerez Mir, 1990). E' costituito da marne calcaree e calcari marnosi grigi in banchi di 10-30 cm, con intercalazioni di marne verdi e grigiastre con taluni livelli di silice di 5-10 cm. Verso il tetto si passa gradualmente a dei calcari grigi in banchi più massivi, dell'ordine di 30-40 cm, divenendo più scarsi i livelli marnosi. I calcari grigi di aspetto compatto e tessitura micritica si alternano ad altri di colore beige con abbondante selce bluastra e grigia. Gli spessori stimati sono tra i 200 ed i 250 metri.

b) **Titoniano – Berriasiano:** affiorante abbastanza completamente nella serie della Sierra de las Harinas, è formato da un'intercalazione di livelli calcarei nodulari e nodulari-breccioidi di colore rosso e giallo. Frequenti sono le intercalazioni marnose rosse tra i livelli calcarei. La stratificazione è molto netta, in banchi decimetrici e spessori di circa 20 metri nella Sierra de

las Harinas.

c) *Cretaceo*: costituito genericamente da marne e marne calcaree con fauna pelagica, suddivise in due facies: una di calcari marnosi, marne calcaree e marne grigie del Cretaceo inferiore; l'altra di marne e marne calcaree bianche e rosate del Senoniano

- **Formazioni tettono-sedimentarie delle argille con blocchi** (*Formaciones tectonosedimentarias de las arcillas con bloques*) – le argille con blocchi rappresentano una formazione tettonica che include blocchi di differente natura ed età, appartenenti a tutte le unità infra-tortoniane rappresentate (Cano Medina e Jerez Mir, 1990). Secondo tale interpretazione, esse costituiscono l'unità tettonicamente più elevata della zona, la quale si dispone su tutte le altre in maniera indistinta. Tale interpretazione iniziale è stata successivamente modificata, includendo tale argilla alla base del *flysch arenaceo di Olvera* (Cano Medina e Jerez Mir, 1990), inglobato, a sua volta, nei **Complessi Caotici Subbetic**, come osservato più sopra, ed essendo entrambe le formazioni sovrascorse, in generale, dal Trias Subbético. Gli affioramenti sono distintivi di depositi torbiditici canalizzati e con lobuli calcarenitici, organizzati secondo le sequenze di Bouma ed inclusi nelle facies argillose di scarpata. La matrice di tale formazione è definita da marne e argille varicolori, di aspetto caotico, senza stratificazione visibile ed in cui i tratti calcarenitici inglobati sono di dimensione variabile, di scala da metrica a chilometrica (Cano Medina e Jerez Mir, 1990).

- **Formazioni (o Materiali) Post-orogeniche** - occupano principalmente il settore sudorientale dell'area di studio e sono suddivisi da Cano Medina e Jerez Mir (1990) secondo lo schema classificativo (su base biostratigrafica) proposto da Serrano (1979) in tre formazioni:

a) **Formazione del Gastor (Tortoniano inferiore)**: composta da una sequenza arenaceo-limosa (arenarie quarzose, limi ed intercalazioni torbiditiche) e conglomeratica (conglomerati poligenici, principalmente calcarei, ed intercalati livelli arenacei laminati) passante lateralmente ed indentata all'interno dei materiali della *Formazione de La Mina*. Il contatto di tali litotipi con la massa triassica è fortemente inclinato (anche 50-60° di inclinazione), e gli spessori raggiungono i 500 metri (Cano Medina e Jerez Mir, 1990).

b) **Formazione de La Mina (Tortoniano – Messiniano)**: caratterizzata da marne calcaree e marne (di colore biancastro all'aspetto esterno, nei tagli freschi con una tonalità grigio-bluastro) e limi. Costituisce la maggior estensione nell'ambito dei materiali post-orogenici della zona, caratterizzando, d'altra parte, le forme dolci dei deboli rilievi. Nei migliori affioramenti si stima una potenza di 800 metri, mentre l'analisi biostratigrafica ha consentito una precisa attribuzione al range temporale Tortoniano-Messiniano. (Serrano, 1979, Cano Medina e Jerez

Mir, 1990).

c) **Formazione del Setenil (Tortoniano superiore – Messiniano superiore):** definisce significativamente gli affioramenti prossimi all'abitato di Setenil de las Bodegas (Provincia di Cadice), da cui trae il suo nome. Si distinguono tre prozioni delle quali, l'inferiore (arenarie bianche e limi) si integra con la precedente Fm de la Mina, notandosi un cambio laterale di facies nel passaggio a quest'ultima. Su di essa si trovano delle calcareniti a strati centimetrici e con stratificazione incrociata, per una potenza di 40-50 metri. Anche i materiali di questo secondo tratto passano lateralmente a la Fm de La Mina (visibili sui versanti che costeggiano la strada Setenil – Torre Alhaquime). Al tetto della formazione si riconosce la presenza di una gran quantità di arenarie e limi con resti di bivalvi, alternati a vari livelli conglomeratici ben visibili poiché esaltano le forme dei rilievi. Inoltre, quest'ultimo tratto si presenta suborizzontale e nel versante nord del bacino miocenico (a E e NE di Olvera) si deposita sull'Unità del Aljibe (Cano Medina e Jerez Mir, 1990).

#### **Area campione Oliveto Lucano, provincia di Matera, regione Basilicata, Italia.**

Nell'area di Oliveto Lucano sono presenti due delle tre Successioni Lagonegresi (Fig. 2.7):

- Unità lagonegrese di Groppa d'Anzi;
- Unità lagonegrese di Campomaggiore.

L'Unità lagonegrese di Monte Arioso non è presente.

Dell'Unità Lagonegrese di Groppa D'Anzi è presente la formazione delle argille varicolori.

#### **-Argille Varicolori (Cretaceo sup.-Oligocene)**

La formazione delle Argille varicolori affiora estesamente in Basilicata lungo una fascia ad andamento appenninico, compresa tra la valle del Basento e la Val d'Agri. Essa poggia, in continuità di sedimentazione, sui depositi del Flysch Galestrino. I termini basali sono costituiti da argille, marne selicifere e calcilutiti con rare intercalazioni di diaspri grigi e rossastri. Verso l'alto la frazione selicifera va diminuendo e diventano prevalenti argille e argille marnose di colore rosso e verde, spesso scagliose, associate a calcareniti, spesso micacee, calcilutiti torbiditiche e talora diaspri. Nella parte alta sono frequenti le intercalazioni di arenarie micacee e arenarie vulcanoclastiche che presentano un caratteristico colore marrone scuro. Lo spessore di questa formazione, per quanto l'elevato grado di tettonizzazione non consenta misurazioni precise, risulta di norma non superiore a 400-450 metri. L'età della successione comprende l'intervallo Cretacico superiore – Oligocene (Vignola et al., 2007).

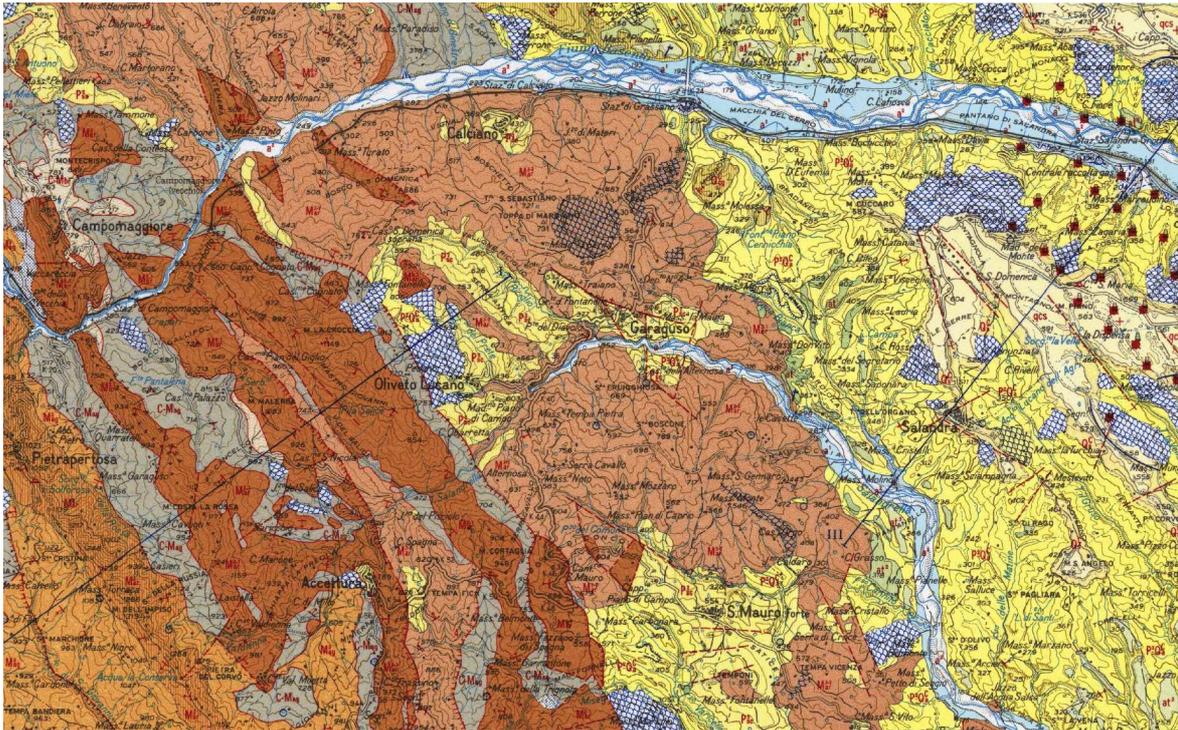


Fig. 2.7 – Estratto dalla Carta Geologica D'Italia, Foglio 200 (Tricarico), 1:25.000 e Legenda.

### Unità Lagonegrese di Campomaggiore

Quest'unità affiora lungo il margine orientale dell'Appennino lucano ed è costituita dalle successioni che costituivano il margine esterno del Bacino di Lagonegro. I termini più antichi affioranti sono rappresentati da argille selicifere, marne, calcilutiti e marne selicifere (Galestri) di età compresa tra il Cretacico e l'Oligocene, cui seguono argille e marne rosate, biocalcareni e calciruditi a macroforaminiferi, con frequenti intercalazioni di livelli a slumps di età Oligocene - Miocene inferiore. Questa successione passa in continuità ai depositi del Flysch Numidico e quindi alla formazione di Serra Palazzo. L'età di questa successione comprende nei suoi termini superiori il Langhiano-Tortoniano (Formazione di Serra Palazzo) (Vignola et al., 2007).

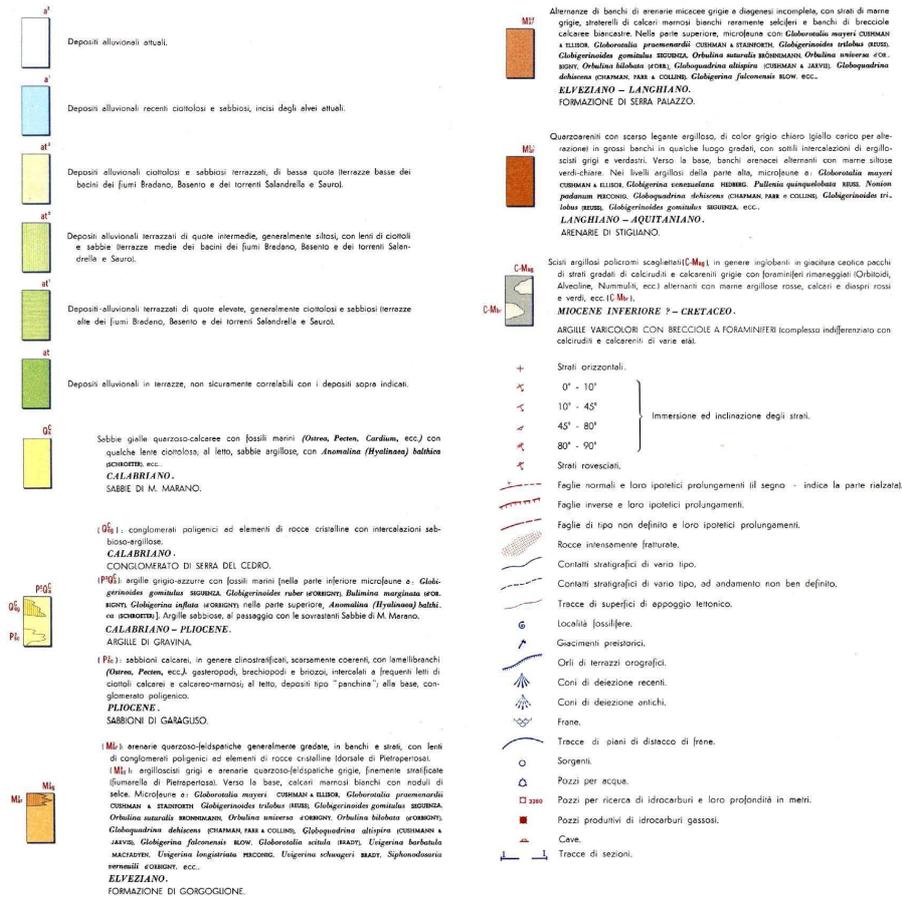


Fig. 2.7 – Legenda Estratto dalla Carta Geologica D'Italia, Foglio 200 (Tricarico), 1:25.000.

Di questa unità sono presenti:

**-Successioni mioceniche inferiori**

Il **Flysch Numidico** affiora diffusamente lungo una fascia ad andamento appenninico che si segue dallo Ionio (Valsinni - Stigliano) fino ai settori più settentrionali dell'Appennino lucano (Pietragalla - Melfi). È costituito da un'alternanza di quarzoareniti torbiditiche, argille e argille marnose il cui spessore è valutabile intorno ai 2.000 m negli affioramenti della Lucania; verso nord e verso nord est tale spessore va via via riducendosi fino a costituire delle sottili intercalazioni.

Nell'anticlinale di Valsinni - Colobraro si ha un'alternanza di quarzoareniti grigio – biancastre in strati dello spessore da qualche decimetro a banchi di 1-2 metri, con argille marnose grigie in interstrati di varia potenza. Verso l'alto il Flysch Numidico, in Lucania, passa stratigraficamente alla Formazione di Serra Palazzo; nella Daunia passa invece al Flysch di Faeto. L'età è Aquitaniano – Burdigaliano (Vignola et al., 2007).

### ***-Successioni Plio Pleistoceniche***

In Basilicata, affiorano successioni conglomeratico-sabbioso-argillose appartenenti al margine interno dell'avanfossa bradanica, che poggiano in discordanza sulle unità della catena appenninica. All'interno di questi depositi sono stati individuati due cicli di sedimentazione:

- il primo ciclo, di tipo trasgressivo e di età Pliocene superiore p.p., poggia con contatto stratigrafico discordante sulle unità della catena appenninica, ed è costituito dai “Conglomerati, sabbie ed argille del Fosso Riciglio”;
- il secondo ciclo di sedimentazione, quello presente nell'area campione, di età Pliocene superiore p.p. Pleistocene inferiore, poggia con contatto stratigrafico discordante sia sui depositi del primo ciclo di sedimentazione dell'avanfossa, sia sulle unità della catena appenninica ed è costituito da un emiciclo ingressivo che presenta alla base conglomerati e sabbie della formazione dei “Sabbioni di Garaguso” Auct. che passano, nella parte alta, ai depositi della formazione delle “Argille di Gravina” Auct. Segue un emiciclo regressivo che presenta alla base i depositi della formazione delle “Sabbie di Monte Marano” Auct. Cui seguono i depositi della formazione dei “Conglomerati di Irsina” Auct (Vignola et al., 2007).

### ***-Argille di Gravina***



Fig. 2.8 – Bacino fiume Salandrella – Cavone (Argille di Gravina).

Questa formazione è costituita da argille grigio-azzurre, più o meno siltose, da massive a fittamente stratificate, con intercalati livelli siltosi e conglomeratici. Tali depositi sono indicativi di un ambiente di piattaforma e di piana batiale. Le migliori esposizioni si osservano poco a sud della località Stazione di Grassano-Garaguso (Fig. 2.8) e ad ovest dell'abitato di Salandra, tra le località Timpa dell'Organo e Mancosa. Nella parte alta della successione sono presenti livelli lenticolari di sabbie a grana fine talora stratificate, con faune a gasteropodi e bivalvi, e depositi conglomeratici canalizzati riferibili ad un ambiente di fan delta.

### ***-Sabbioni di Garaguso***

Questa formazione comprende depositi di ambiente di transizione continentale-marino e di ambiente di piattaforma. Essa presenta alla base conglomerati poligenici eterometrici, a matrice sabbiosa, in genere privi di stratificazione, passanti verticalmente e/o lateralmente a biocalcareni e biocalciruditi in strati decimetrici con intercalazioni arenacee. Seguono sabbie quarzose gialle a grana da media a grossolana, con livelli lenticolari microconglomeratici. Le sabbie presentano stratificazione incrociata e parallela, messa in evidenza da costolature a cementazione differenziale. La successione si chiude con sabbie fini in strati decimetrici con intercalazioni di argille siltose grigie (Fig. 2.9) in livelli di spessore crescente verso l'alto (Vignola et al., 2007).



Fig. 2.9 – Bacino fiume Basento (Sabbioni di Garaguso, depositi alluvionali e fluviali).

### **2.1.3 – Geomorfologia**

#### **Area rilevamento Olvera, provincia di Cadice, regione Andalusia, Spagna.**

L'eterogeneità litologica e strutturale dell'area di Olvera ha consentito e determinato lo sviluppo di distintivi domini geomorfologici (esclusivamente continentali). Esiste un'interessante varietà di geoforme legate a differenti fattori condizionanti di ordine litologico, strutturale ed idrologico (Gracia, 2008). Nell'area prevale la dinamica gravitazionale dei versanti, le forme di erosione idrica, nonché i processi carsici localizzati in aree favorevoli. Litologicamente è costituita preminentemente da terreni post-orogenici del Miocene superiore (marne, arenarie, calcareniti), depositi quaternari, materiali argillosi del Triassico Subbetico e

calcari e dolomie giurassico-cretacee. I materiali calcarenitici del Miocene superiore producono solitamente i rilievi più distintivi (specie nell'area più marginale); quando tali materiali si dispongono orizzontalmente o con basse inclinazioni, e le loro serie sono coronate dai litotipi più resistenti (calcari o calcareniti compatte), si osservano rilievi a *mesa*, principalmente nella zona sud-orientale (bacino di Setenil-Ronda)(Suma, 2008).

I terreni pre-orogenici sono abbondantemente rappresentati da argille e marne gessifere ed evaporitiche di età triassica, i cui affioramenti segnano una caratteristica banda ad orientazione SO-NE, che attraversa l'intero areale. Su queste ultime si dispongono, con rapporti strutturali non ancora univocamente interpretati, i calcari e le dolomie del Giurassico-Cretaceo, anch'essi pre-orogenici e formanti caratteristici rilievi isolati, che nel resto della Campiña sono altresì noti col nome di *Peñas* o *Peñones*. Strutturalmente, importante è la presenza di faglie e pieghe che controllano il rilievo, tanto quanto il tracciato dei corsi d'acqua (talora sottoposto ad un più generale controllo lito-strutturale)(Suma, 2008).

In definitiva, i tratti morfologici caratteristici della Campiña di Olvera sono inquadrabili nei sistemi morfogenetici fluviale, gravitativo di versante e, in minor misura, carsico. L'intervento antropico è, poi, un elemento morfologico estremamente importante, contribuendo a modellare il paesaggio funzionalmente alle attività agricole, di allevamento e, in grado inferiore, estrattive, molto sviluppate nella zona (Suma, 2008).

La maggior parte dei versanti della più ampia zona della Campiña evidenzia profili convesso-concavi di bassa pendenza, sviluppatasi su materiali tendenzialmente soffici. Tali caratteristiche morfologiche conferiscono loro una considerevole stabilità gravitativa e fanno sì che i processi di erosione idrica siano generalmente di scarsa importanza (Gracia, 2008). D'altro canto, la zona di Olvera sfugge a questo quadro d'insieme: le maggiori pendenze dei versanti, tanto quanto l'esistenza di contatti tra unità con proprietà meccaniche significativamente differenti, tra gli altri fattori, determinano movimenti di massa molto frequenti, oltre che maggioritari quanto a numero ed intensità rispetto al restante settore della Campiña (Suma, 2008).

Le forme, i processi ed i conseguenti depositi di versante più comuni in zona risultano gli scivolamenti di tipo gravitazionale, generalmente di dimensioni contenute e localizzati nelle zone topograficamente più basse dei fianchi collinari più ampi, laddove si raggiunge prima la saturazione idrica nei suoli e nei materiali permeabili. Per quanto frane di scivolamento rotazionale siano rilevabili isolate in aree limitrofe, è proprio nel settore di Olvera che esse assumono un carattere più distintivo e, senza dubbio, più spettacolare (de Cosmo *et al.*, 2008).

Ciò è particolarmente vero in corrispondenza del contatto tra le unità del Miocene superiore del Bacino di Ronda, presso Torre Alháquime: un'unità basale argilloso-marnosa, sormontata superiormente da arenarie molto permeabili (Gracia, 2008). Tale superficie di contatto definisce, inequivocabilmente, un livello di scollamento molto frequente per tali scivolamenti rotazionali, in cui l'acqua infiltratasi nelle arenarie si accumula alla base di quest'unità e determina la fluidificazione delle argille basali. Talora detti processi di versante giungono a provocare danni alle vie di comunicazione ed alle abitazioni (Fantini, 2005), specie lungo la N-342, principale arteria viaria della zona. Quando le incisioni fluviali sono sufficientemente profonde, il livello di scollamento può essere rappresentato dalle argille e marne triassiche più volte menzionate. D'altro canto, laddove ciò non accade, l'acqua infiltratasi può comunque fuoriuscire attraverso distinti piani di stratificazione e funzionalmente ai differenti gradi di permeabilità di ciascuno dei livelli costituenti la serie miocenica (Gracia, 2008). Questa situazione è riconosciuta nell'areale sud di Torre Alháquime (De Cosmo *et al.*, 2008), ove significativo è lo sviluppo di scivolamenti rotazionali multipli su versanti di arenarie (appartenenti alla formazione della Mina).

Secondariamente rispetto ai suddetti scivolamenti, nel territorio di Olvera sono state rilevate colate di fango di dimensioni importanti (centinaia di metri di lunghezza, De Cosmo *et al.*, 2008). Tali processi si innescano preferenzialmente sui versanti della valle del rio Guadalporcún ed interessano le unità basali di argille e marne del Miocene superiore, canalizzandosi lungo incisioni preesistenti e, perciò, vie di più agevole colamento (De Cosmo *et al.*, 2008). Dette colate si pongono in movimento principalmente durante le epoche di piogge intense; d'altro canto, finora hanno provocato danni minori e molto localizzati alle infrastrutture agricole (Gracia, 2008).

Dal punto di vista idrologico, i versanti rispondono in gran parte a flussi superficiali di tipo *hortoniano* (quando, per azione naturale o antropica, si passa da un ambiente ad elevata infiltrazione sotterranea ad un ambiente in cui il deflusso avviene principalmente in superficie), non molto accentuati viste le pendenze non eccessive. Senza ombra di dubbio, la deforestazione dei versanti e la rimozione della copertura vegetale con finalità agricole hanno accentuato di gran lunga i processi idrici superficiali, dando luogo a focolai di erosione sui pendii più marcati (Gracia, 2008). Per tale ragione, per quanto il tasso di erosione idrica dell'intero areale della Campiña non sia troppo elevato (probabilmente, uno dei meno preoccupanti dell'intera Andalusia), è pur vero che esistono aree in cui detto tasso presenta inequivocabili indizi di crescente intensità (Gracia, 2008). Ed è proprio l'area di Olvera a

rappresentare il settore segnatamente più soggetto a fenomeni erosivi di una certa importanza e frequenza, con valori percentuali d'erosione idrica potenziale localmente anche superiori al 9,5%. Si tratta, infatti, di una delle zone meno piovose dell'intera regione, localizzandosi (come già ricordato altrove) sottovento rispetto ai sistemi montuosi più elevati della provincia (Sierra de Grazalema a SE e Sierra de Lijar ad O, che concentrano le piogge orografiche), ciò comportando la formazione di una copertura vegetale di minor densità, incluso nei settori meno antropizzati (Gracia, 2008). Inoltre, i rilievi poco accentuati e sviluppatisi sulle unità pre-orogeniche (facilmente soggette ad erosione), e la forte incisione di testata del Guadalporcún, generano gradienti marcati in cui le incisioni scavano con facilità. Ne risulta la formazione di campi di calanchi e *gullies* profondi, specialmente nei dintorni di Olvera e Torre Alháquime, laddove l'intenso pascolo ed allevamento di bestiame provoca il calpestio continuo di suolo su fianchi significativamente vulnerabili (Gracia, 2008).

In settori più marginali dell'area di studio è d'altra parte riscontrabile la presenza di depositi di detrito di versante, formati da colluvioni ed alimentati a scapito dei rilievi più marcati (i suddetti *peñones* e le *sierras* isolate) di natura generalmente calcareo-dolomitica. Solitamente, questi depositi coprono parzialmente corpi di conoidi alluvionali, obliterando, talora, la loro originaria morfologia (Gutierrez Más *et al.*, 1991).

E' un sistema morfogenetico poco sviluppato nell'area di studio (Gutierrez Más *et al.*, 1991), essendo rappresentato tipicamente da pianure alluvionali (a morfologia piana, di modesta estensione specie nella parte a valle del Guadalporcún, alla confluenza con il rio Guadalete), terrazzi fluviali e superfici di *glacis* di tipo erosivo o di copertura (con spessori inferiori al metro). Per quanto attiene alla dinamica attuale degli alvei fluviali, è evidente che si tratta di corsi molto condizionati dal regime delle piogge, che normalmente contribuiscono alle piene nei mesi invernali. In funzione del grado di saturazione dei suoli nei periodi di piogge intense, gli alvei della campiña nei dintorni di Olvera giungono a debordare episodicamente, determinando piene di una certa importanza, per quanto, in genere, producano danni limitati. Il rischio di inondazioni è considerevolmente basso, in relazione all'alto grado di regimazione cui è sottoposto l'intero bacino idrico della zona.

L'intervento dell'uomo nell'areale di studio è limitato allo sviluppo della rete viaria (che ha ricevuto nuovo impulso negli ultimi decenni), dei nuclei urbani (l'analisi di foto aeree dell'ultimo decennio dimostra infatti l'incremento della superficie abitata, oltre che di quella destinata ad attività economiche, sia in contesto urbano che rurale) e delle zone di estrazione, di scavo e di discarica. Le peculiari litologie presenti nell'area, quando reperibili in

concentrazioni vantaggiose per lo sfruttamento, hanno dato vita ad una discreta industria estrattiva, già dai primi decenni del secolo scorso. Si tratta, principalmente, di calcari, dolomie, arenarie (calcaree e silicee), ghiaie e sabbie, argille, gesso, rocce ignee (le già citate “ofitas”, come localmente sono note le doleriti subvulcaniche a tessitura, per l'appunto, ofitica), sali e fosfati (Gutierrez Más *et al.*, 1991).

Nei dintorni di Olvera storicamente importante è stato lo sfruttamento proprio delle ofitas e dei gessi inglobati nelle argille triassiche in facies Keuper. Queste masse gessose, di relativa importanza, giungono a costituire dei peculiari monticoli isolati, coronati tipicamente da livelli calcarei più resistenti all'erosione. L'uso industriale di tali materiali si esplica nella produzione di gessi, stucchi e cementi, destinati all'uso provinciale o regionale (Gutierrez Más *et al.*, 1991). All'altro estremo, le ofitas hanno rivestito un ruolo di primo piano nell'edificazione delle infrastrutture viarie della zona. Rocce subvulcaniche di buona qualità (quando non presentino alterazioni), esse sono state infatti ampiamente impiegate nelle massicciate stradali, ferroviarie, come materiale di zavorra e, in generale, nelle opere pubbliche. La maggior parte degli affioramenti presenta piccoli cantieri di maggior o minor dimensione in funzione, ovviamente, delle masse di roccia sfruttabili.

#### **Area campione Oliveto Lucano, provincia di Matera, regione Basilicata, Italia.**

La Basilicata è una regione prevalentemente montuosa e collinare. Solo il 10% circa della superficie è occupata da pianure, concentrate in gran parte nella piana costiera del Metapontino. Il 34 % circa del territorio regionale si trova al di sopra dei 700 m di altitudine, e solo il 26 % è al di sotto dei 300 m di quota (AA.VV., 2006).

I rilievi dell'Appennino sono distribuiti in dorsali con allineamento NW-SE e con quote via via decrescenti procedendo da ovest verso est. Ad est nella parte centrale del territorio regionale, si passa alle più blande ondulazioni del flysch e delle argille scagliose, spesso interessate da ingenti movimenti franosi. Verso oriente, la Fossa Bradanica è caratterizzata da forme meno tormentate e più dolci, costruite dalle formazioni clastiche conglomeratiche, sabbiose e argillose di età più recenti che sono incise dalle valli dei principali corsi d'acqua, e che si raccordano con regolarità ai terrazzi marini, alle pianure e alle aree dunali della costa ionica (AA.VV., 2006).

Il complesso del flysch affiora in maggior continuità rispetto alla serie carbonatica, estendendosi a bordarne i massicci da NW a SE e spingendosi a est fino a interessare gran parte dei medi bacini dei principali fiumi della Basilicata (Fig. 2.10). Di età probabilmente

compresa tra il Cretaceo medio-superiore ed il Miocene (mesozoico e terziario), il complesso comprende terreni a facies terrigena e terreni sedimentati in ambiente pelagico. Sono presenti alternanze ritmiche a componenti arenaceo marnose, calcareo-marnose, argilloso-marnose, e altre formazioni quali argilloscisti e argille varicolori, che concorrono a costituire una morfologia complessa. In corrispondenza delle formazioni più argillose i fenomeni franosi giocano un ruolo molto importante nella morfogenesi (AA.VV., 2006).

La Fossa Bradanica è una estesa struttura compresa tra l'altopiano delle Murge ad est e l'Appennino Lucano ad ovest, con una direttrice di direzione NW-SE. I terreni che la costituiscono rappresentano il riempimento avvenuto nel Pliocene e Pleistocene del vasto braccio di mare che metteva in comunicazione l'Adriatico con lo Ionio. La stratigrafia riferita all'intera successione è rappresentata, dal basso verso l'alto, da argille marnose grigio-azzurre, sabbie e sabbie argillose, depositi sabbioso-ghiaiosi e conglomerati. Gli affioramenti di argille della fossa bradanica hanno un paesaggio che è fortemente caratterizzato dalla presenza dei più estesi e spettacolari fenomeni calanchivi dell'Italia peninsulare. Questa forma di dissesto si accompagna a frane di altre tipologie, ad esempio di colamento (AA.VV., 2006).

La parte esterna della dorsale appenninica è caratterizzata da terreni flyscioidi, tardo miocenici, messi in posto in fasi successive alla formazione dei massicci calcarei centro-occidentali. Presenta una morfologia montuosa e collinare dal profilo piuttosto aspro, influenzata dalle caratteristiche del substrato e dall'attività erosiva delle acque superficiali. La litologia di questa provincia pedologica è costituita principalmente da rocce poco permeabili.

Per questo motivo, in concomitanza di eventi piovosi di una certa entità, le acque hanno un tempo di infiltrazione nel suolo molto elevato, e i fenomeni erosivi sono intensi, incidendo profondamente i versanti. Si formano così valloni grandi e profondi, che conferiscono al paesaggio un aspetto aspro ed accidentato. Quando l'alternanza di strati di rocce plastiche e rigide si presenta lungo la stessa superficie, si viene a creare una soluzione di continuità all'interno del versante. Il diverso comportamento meccanico ed idrologico degli strati è una condizione che predispone l'insorgere di movimenti franosi. Frane di scivolamento sono molto diffuse sulla maggior parte dei versanti di questo territorio (AA.VV., 2006).



Fig. 2.10 – Affioramento flysh tra Garaguso e Calciano.

Questi rilievi presentano forme di instabilità diversificate, che influenzano la morfologia dei versanti. I versanti a morfologia dolcemente ondulata, con pendenze deboli o moderate, sono caratterizzati da erosione laminare, o per piccoli solchi, e da colate fangose e soliflussi; talora sono presenti fenomeni più profondi, di frane per colamento.



Fig. 2.11 – Forme di erosione in area Oliveto Lucano.

I versanti più ripidi, spesso scoscesi, sono caratterizzati da forme di erosione lineare. Sono

compresi in questi ultimi i calanchi, forme di erosione accelerata tipiche di tutto l'Appennino, ma che raggiungono proprio in Basilicata un grado di espressione particolarmente spettacolare. In alcune aree sono presenti, inoltre, rilievi residuali in forma di gobbe tondeggianti, le biancane. Si tratta di forme di erosione lineare, caratterizzate da elevate pendenze, a carico di formazioni prevalentemente argillose (Fig. 2.11). I versanti a calanchi non sono interessati da movimenti franosi più ampi, anch'essi tipici delle stesse formazioni geologiche (Fig. 2.12) (AA.VV., 2006).



Fig. 2.12 – Nicchie e frane da scivolamento nella zona campione Oliveto Lucano.

E' molto diffusa, infatti, una marcata asimmetria dei versanti, tale per cui a un versante ripido a calanchi si contrappone un versante a morfologia dolcemente ondulata, caratterizzato da soliflussi e talora da movimenti di massa. Tale asimmetria in alcune aree si dispone secondo successioni ritmiche, secondo una morfologia a cuestas. Sulle cause della genesi dei calanchi si sono pronunciati molti autori. La peculiare modalità di erosione, lineare e secondo sistemi di drenaggio estremamente densi e con pendenze molto forti, sembra che sia fortemente influenzata da fattori microclimatici. Questi sono controllati, in ambienti xerici, in gran parte dall'esposizione dei versanti: in effetti, i calanchi lucani sono esposti prevalentemente a sud o a sud-ovest. Un altro fattore è la composizione granulometrica del substrato: una componente argillosa meno elevata e quindi una più consistente componente limoso-sabbiosa, favorirebbe la formazione dei calanchi.

La scomparsa di una efficiente copertura vegetale, sia per cause antropiche che di

evoluzione climatica, spesso correlate, è un altro fattore che favorisce l'instaurarsi dell'erosione in genere, e anche di quella calanchiva. Accanto ai calanchi, anche se su superfici nettamente meno estese, è presente un'altra forma di erosione dei rilievi argillosi, le biancane. Sono forme di erosione tondeggianti, cupuliformi, che sembrano legate ai substrati più ricchi in argilla. In Basilicata calanchi e biancane raggiungono estensioni ragguardevoli (AA.VV., 2006).

#### **2.1.4 – Idrogeologia**

##### **Area rilevamento Olvera, provincia di Cadice, regione Andalusia, Spagna.**

Il territorio oggetto del presente studio viene inserito da Gutierrez Más et al. (1991) nel quadro di divisione della penisola iberica quale appartenente (congiuntamente all'intera provincia gaditana ed alla Serranía de Ronda) alla cosiddetta Quinta Región o Bético-Murciana, strutturalmente corrispondente alle Catene Alpine della Cordigliera Betica e con un clima di tipo mediterraneo con influenza atlantica. Gli stessi autori, in un'ottica più ampia, distinguono varie tipologie di sistemi acquiferi, ciascuno geologicamente e geograficamente ben differenziato:

1 - Acquiferi detritici: ubicati su materiali sedimentari di granulometria da media a grande, con una significativa porosità efficace, tale da conferirgli una permeabilità alta (in sabbie e ghiaie) e consentendo la circolazione dell'acqua. Sono i terreni nei quali si accumulano le risorse idriche per eccellenza. Gutierrez Más et al. (1991) definiscono ulteriormente:

a. Acquiferi alluvionali: su piane di inondazione ed antichi terrazzi dei principali corsi fluviali. Costituiti da ghiaie, sabbie e limi, i quali garantiscono un'alta permeabilità. Il livello impermeabile è rappresentato dalle marne ed argille triassiche o dalle marne del Miocene superiore e, limitatamente, dalle argille del più volte citato Complesso del Campo di Gibilterra. Il livello idrogeologico è definito, invece, dal fiume stesso, in modo tale che, in periodi di piena è il corso d'acqua a garantire l'approvvigionamento all'acquifero, mentre nei periodi di secca accade l'esatto contrario. Si tratta, più in generale, di acquiferi liberi, in cui il livello freatico è in contatto con l'aria contenuta nei pori dei litotipi interessati, essendo, pertanto, possibile emungere acqua a pressione atmosferica.

b. Acquiferi Terziari: sono individuabili nei corpi sedimentari del Miocene superiore della Depressione (o Bacino) di Ronda (settore sudorientale della zona di studio), rappresentati da calcareniti bioclastiche ed arenarie. In generale, presentano una permeabilità e capacità di immagazzinamento media (Gutierrez Más et al., 1991), e con il livello di base impermeabile definito principalmente da marne bluastre. L'alternanza frequente di livelli arenacei e marnosi

garantisce la presenza di acquiferi confinati, intercalati tra strati impermeabili Gutierrez Más et al. (1991). L'importanza di tali acquiferi deriva, fondamentalemente, dalla loro posizione geografica in aree di grande approvvigionamento idrico, tanto per l'irrigazione dei campi, quanto per il consumo.

c. Acquiferi ascrivibili al Complejo del Campo de Gibraltar: tipicamente propri delle già menzionate Arenarie dell'Unità del Aljibe, costituenti i piccoli rilievi della zona oltre che gli affioramenti di significativa estensione. Caratterizzano corpi rocciosi compatti e di natura silicea, con bassa permeabilità (in relazione alla cementazione dei granuli di quarzo) e penetrazione dell'acqua nel sottosuolo tanto attraverso superfici di discontinuità (sotto forma di piani di stratificazione, diaclasi e faglie) come lungo zone di alterazione delle arenarie, producendo volumi tendenzialmente bassi e di interesse piuttosto relativo. D'altra parte le argille varicolori poste alla base dell'Unità del Aljibe, definiscono, in generale, il livello impermeabile delle formazioni arenacee più permeabili, queste ultime comportandosi, più tipicamente, quali acquitardi (terreni capaci di immagazzinare acqua, però con capacità di trasmissione molto lenta), ragion per cui le captazioni hanno rendimenti molto bassi. La qualità dell'acqua emunta è tuttavia eccellente in termini di consumo (Gutierrez Más et al., 1991).

2 - Acquiferi carbonatici: circolando attraverso corpi generalmente calcarei e solubili, tali acque sono definite carsiche e presentano caratteristiche peculiari, relazionate ad una circolazione sottoposta a fenomeni di natura fisico-chimica, oltre che, ovviamente, geologica. Nell'areale di studio tali acquiferi interessano i massicci carbonatici subbetici ed una serie di affioramenti di minor entità nelle vicinanze della Sierra de Lijar. Inoltre, immersi in marne, argille e gessi triassici, si rilevano numerosi blocchi tettonici di età giurassico-cretacea e natura calcarea i quali, occasionalmente, costituiscono modesti acquiferi di fessurazione (in alcuni casi captabili), per quanto tendenti ad esaurirsi rapidamente a seguito di un pompaggio continuativo (Gutierrez Más et al., 1991). L'acqua carsica può circolare liberamente, a pressione atmosferica o sotto l'azione di carico idrostatico, in funzione delle condizioni dell'acquifero, del sistema di fratturazione, delle dimensioni dei condotti e della portata. Gli acquiferi carsici forniscono risorse idriche localmente importanti, per quanto vada riconosciuta un'intrinseca difficoltà di captazione, legata alle caratteristiche del flusso sotterraneo, oltre che alle difficoltà geologiche e topografiche. Quanto alla qualità dell'acqua emunta, essa ha durezza media, molto adatta al consumo, predominando acque di natura bicarbonato-calcica e calcimagnesiaca. Localmente ed in relazione all'influenza delle formazioni gessifere triassiche,

possono riscontrarsi concentrazioni significative di solfati (Gutierrez Más et al., 1991).

3 - Caratteri idrogeologici del Triassico Subbético: Le argille, marne ed i gessi che definiscono localmente il Triassico del Dominio Subbético, sono litotipi di bassissima o nulla permeabilità, ragion per cui loro funzione essenziale è quella di servire tanto da livelli impermeabili per molti degli acquiferi di varia natura summenzionati, quanto da substrato attraverso cui scorrono le aste fluviali di maggior rango (Gutierrez Más et al., 1991). D'altra parte, la presenza di gessi ed evaporiti determina frequenti contaminazioni delle acque sotterranee e di quelle superficiali (soprattutto con solfati e cloruri), essendo numerose le sorgenti ed i corsi "salati" relazionati agli affioramenti triassici (si pensi al locale Arroyo Salado, il cui toponimo è riprova di tale contaminazione).

Per quanto attiene il possibile rischio di contaminazione delle acque sotterranee, noteremo solo che gli acquiferi più vulnerabili sono quelli non confinati in corpi permeabili, essendo possibile l'infiltrazione di acque superficiali, irrigue, residuali o di scarto di lavorazione. Gli acquiferi carbonatici, al contrario, hanno generalmente minor vulnerabilità, viste le condizioni di ricarica nelle zone più alte dei rilievi e la lontananza delle principali attività economiche da dette zone (AA.VV., 1998).

Il quadro d'insieme meglio evidenzia il comportamento generale dei litotipi affioranti in zona: un complesso sistema acquifero eterogeneo ed anisotropo, presumibilmente assimilabile ad un modello multistrato (AA.VV., 1998).

Riferendoci all'idrografia superficiale, aggiungiamo che i principali corsi d'acqua (Arroyo de Alonso, Rio Guadalporcún ed Arroyo Salado) si inseriscono nella rete fluviale della provincia gaditana nell'ambito del Bacino del Guadalete (elemento del Piano Idrologico Guadalete-Barbate, AA.VV., 1998). In particolare, prescindendo dagli Arroyo de Alonso e Salado (elementi minori), il solo Rio Guadalporcún assume un carattere più stabile (per quanto con un regime di portate abbastanza poco significativo), oltre che a prevalente direzione atlantica (Gutierrez Más et al., 1991). La sua distribuzione superficiale è controllata in misura preponderante da fattori litologici e strutturali (riflettendo l'esistenza di eventi tettonici rilevanti più o meno noti), oltre che, ovviamente, climatici, trovandosi il bacino in prossimità dei massimi pluviometrici dell'intera provincia (Gutierrez Más et al., 1991).

### **Area campione Oliveto Lucano, provincia di Matera, regione Basilicata, Italia.**

Il territorio della Basilicata comprende sei bacini idrografici (Fig. 2.13), che costituiscono il più significativo e concentrato tributo idrico al mare Jonio dell'intero versante

Meridionale. Complessivamente esso ricopre una superficie di circa 8.830 kmq, nell'ambito della quale ricadono 118 comuni, appartenenti alle province di: Potenza, Matera, Cosenza, Bari e Taranto. Salvo che per il Noce, tributario del mar Tirreno, i bacini imbriferi presentano una caratteristica forma a martello che muovendo dalla dorsale Appenninica Irpina a nord-ovest, in direzione sud-est, perdono il loro carattere morfologico fortemente gerarchizzato tipico dell'Appennino Meridionale e degradano rapidamente realizzando un pettine di cinque zone vallive strette tra spartiacque che si fondono, dando origine alla pianura alluvionale litorale ionica (AdB, 2006).

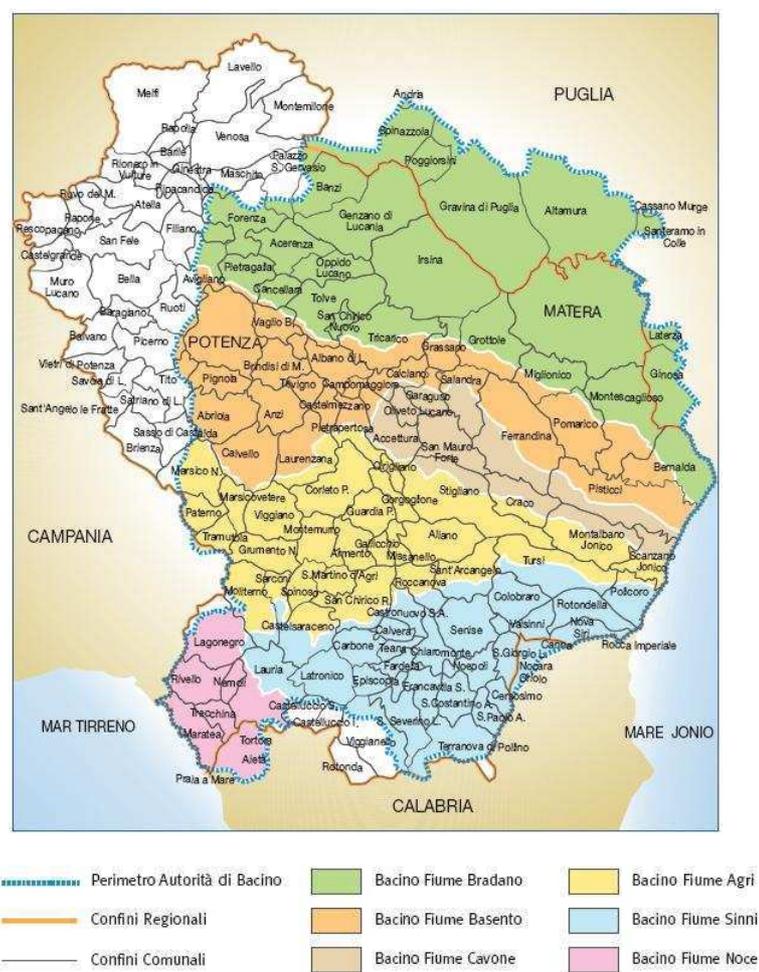


Fig. 2.13 – Carta dei bacini idrografici della Basilicata (AdB, 2002).

La morfologia dei bacini fa sì che nella parte apicale vi sia una fitta rete idrografica secondaria caratterizzata da pendenze considerevoli e tempi di corrivazione brevi cui corrisponde una notevole energia cinetica, significativi fenomeni di erosione e trasporto solido e, conseguentemente, fenomeni di instabilizzazione dei versanti per scalzamento al piede. A valle, intorno a quote di circa 400 m. s.l.m., i bacini si restringono rapidamente fino a distanze

medie tra gli spartiacque dell'ordine dei 10 Km. e la rete idrografica perde la caratteristica forma appenninica ad albero, assumendo la configurazione di rete secondaria perpendicolare all'asta principale (AdB, 2006).

A differenza della rete idrografica secondaria apicale, costituita da torrenti e valloni anche significativi, la rete idrografica secondaria di valle è costituita da fossi dal modestissimo bacino imbrifero ma che, per effetto della loro pendenza nonché delle caratteristiche geologiche del bacino, inducono fenomeni di erosione e trasporto solido, con conseguenti processi di destabilizzazione dei versanti. Questo tipo di reticolo secondario, riscontrabile sino al litorale ionico, erodendo le pendici degli spartiacque, ha originato un territorio calanchivo estremamente vulnerabile e particolarmente esposto a rischio idrogeologico (AdB, 2006).

Vengono descritte di seguito le caratteristiche idrogeologiche dei due bacini (Fiume Basento e Cavone) presenti nell'area di Oliveto lucano riprendendo i dati dell'AdB della Basilicata dell'anno 2002.

Il fiume Basento nasce dal Monte Arioso in località Fossa Cupa (Pz) nell'Appennino Lucano settentrionale, scorre in direzione nord-ovest sudest, e sfocia nel Golfo di Taranto. L'asta principale presenta una lunghezza di circa 170 km, e il bacino ricopre una superficie di 1.531 kmq. Il corso superiore è caratterizzato da pendenze piuttosto accentuate, da un regime torrentizio e da un alveo ristretto che incide profondamente i versanti; in questa parte del bacino, caratterizzata dalla presenza di ampie superfici boscate e da un sistema ricco di sorgenti, il corso del fiume riceve il maggior contributo idrico rispetto al suo intero percorso. Lungo il corso medio e inferiore la pendenza si riduce notevolmente, il fiume attraversa depositi argillosi sabbiosi, il letto ha larghezze assai maggiori delle precedenti e presenta un andamento meandriforme, particolarmente evidente nel tronco terminale. Il bacino è caratterizzato da una scarsa percentuale di superficie permeabile, scarse precipitazioni nella parte bassa e piuttosto copiose nella parte più alta dove si riscontra anche una discreta presenza di emergenze sorgentizie. Le caratteristiche geologiche del bacino possono essere schematizzate in tre porzioni distinte, relative alla parte alta del bacino, alla parte intermedia e a quella terminale. La prima porzione è caratterizzata dalla presenza di litotipi riferibili alle Unità Lagonegresi. Tra le sorgenti di Fossa Cupa e l'abitato di Potenza, prevalgono successioni bacinali mesozoiche riferite alla formazione di Monte Facito, dei Calcari con selce, degli Scisti silicei e dei galestri. Su tali terreni, nella zona di Potenza, poggiano discordanti successioni plioceniche a prevalente componente sabbioso-argillosa. Successioni fliscioidi arenaceo-argillose mioceniche (Flysch di Gorgoglione) sono invece ben rappresentate lungo tutto il

torrente Camastra, affluente di destra del Basento. La porzione intermedia, fino a valle dell'abitato di Calciano, è caratterizzata dagli affioramenti di successioni bacinali cretacio-oligoceniche (Flysch Rosso) e mioceniche quarzoarenitiche (Flysch Numidico) e arenaceo-marnoso-argillose (Formazione di Serra Palazzo). La porzione terminale del bacino è impostata per intero sulle successioni plio-pleistoceniche della Fossa Bradanica, e, in prossimità della foce, su depositi quaternari terrazzati (AdB, 2006).

Il fiume Cavone nasce nella zona montuosa centro-meridionale della Basilicata, attraversa in direzione nord-ovest sud-est la provincia di Matera e raggiunge la costa jonica nel Golfo di Taranto. L'asta principale presenta una lunghezza di 103 km e il bacino si estende per una superficie di 685 kmq. Le caratteristiche orografiche del bacino si presentano piuttosto complesse. Nella parte montana, insieme all'asta principale del corso d'acqua, che ivi prende il nome di Torrente Salandrella, si sviluppa, in destra idraulica, il suo principale affluente, il Torrente Misegna. Il Salandrella ha carattere nettamente torrentizio, e presenta un alveo caratterizzato da una serie di varici, particolarmente ampie in corrispondenza delle confluenze. Il reticolo idrografico presenta numerosi fossi e canali a forte pendenza, all'interno dei quali l'azione erosiva dell'acqua comporta il trasporto di grandi quantità di materiale solido, con conseguente scalzamento al piede di versanti e costoni ripidi. Nella parte mediana, la più complessa da un punto di vista geologico e idrografico, l'alveo del fiume presenta una maggiore ampiezza, con zone di divagazione più estese. Alla complessa orografia del bacino fa riscontro un regime delle precipitazioni piovose piuttosto variabile che si concentrano prevalentemente nel periodo novembre-marzo, mentre costante ed a volte drammatica risulta la conseguente siccità estiva. Le caratteristiche geologiche del bacino sono piuttosto complesse. Il fiume Cavone nel suo tratto iniziale scorre in un alveo profondamente incassato in successioni fliscioidi quarzoarenitiche (Flysch Numidico), arenacee (Flysch di Gorgoglione) ed arenaceo-marnoso-argillose (Formazione di Serra Palazzo). L'abbondante trasporto solido, legato alla facile erodibilità delle formazioni attraversate, e la debole pendenza fluviale determinano un andamento del corso d'acqua piuttosto tortuoso, con formazione di meandri e strette anse in rapida evoluzione. Nella parte terminale la sommità valliva della sponda destra del fiume è condizionata da depositi marini terrazzati. Infine i numerosi fossi e le incisioni laterali costituiscono elementi di notevole importanza dai caratteri morfologici particolari. Infatti, pur trattandosi di corsi d'acqua piuttosto brevi ed asciutti quasi per tutto l'anno, formano delle strette valli profondamente incise nelle alluvioni limoso sabbioso-argillose incoerenti, deposte in un ciclo precedente (AdB, 2006).

## 2.2 Frane

Con il termine frana si indicano tutti i fenomeni di movimento o caduta di materiale roccioso o sciolto, a causa dell'effetto della forza di gravità su di esso. Per frana o dissesto è da intendersi qualsiasi situazione di equilibrio instabile del suolo, del sottosuolo o di entrambi, compreso fenomeni di intensa erosione superficiale, o fenomeni franosi che interessano i pendii in profondità. Tali movimenti sono controllati dalla gravità (Wiki-1).

### 2.2.1 - Classificazione e tipo di frane

#### 2.2.1.1 – Classificazione

Vengono riportate, in tabelle e figura, le due classificazioni utilizzate per la descrizione ed il rilevamento in campo delle frane; quella di Cruden e Varnes (1996) (Tab. 2.1) (Fig. 2.14) e quella di Hutchinson (1988) (Tab. 2.2).

Tipo di movimento	Tipo di materiale				
	Bedrock - Roccia		Engineering soils		
			Predominante grossolana	Predominante fine	
Falls - Crolli		Rockfall – Caduta di rocce	Debris fall -	Earth fall -	
Topples - Ribaltamenti		Rock topple - Ribaltamenti	Debris topple -	Earth topple -	
Slides - Scivolamenti	Rotational - rotazionali	few units	Rock slump - Scivolamenti di roccia	Debris slump -	Earth slump -
	Translational - traslativi	many units	Rock block slide - Slittamenti di blocchi roccia	Debris block slide -	Earth block slide -
			Rock slide - Slittamenti di roccia	Debris slide -	Earth slide -
Lateral spreads - Espansioni laterali		Rock spread - Espansione laterale di roccia	Debris spread -	Earth spread -	
Flows - Colamenti		Rock flow (deep creep)	Debris flow -	Earth flow (soil creep) -	
Complex - Complesse		Combination of two or more principal types of movement			

Tab. 2.1 - Classificazione secondo Cruden e Varnes (1996).

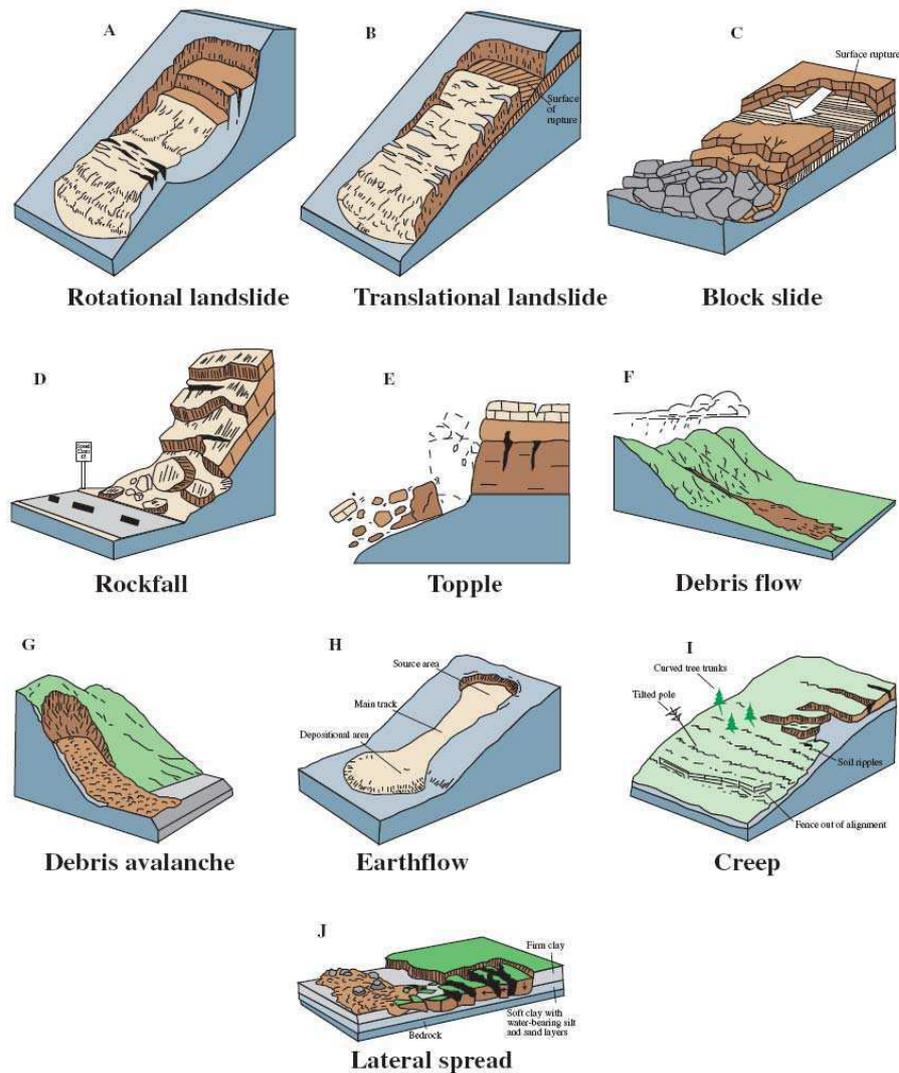


Fig. 2.14 - Tipi di frane da USGS Fact Sheet 2004-3072 (2004).

### *Falls – Crolli*

Il fenomeno di crollo inizia con il distacco di roccia o terra da un pendio generalmente molto acclive. La massa si muove inizialmente in aria per caduta libera e, successivamente all’impatto con il terreno, per salti, rimbalzi e per rotolamento, frantumandosi in elementi di dimensioni variabili. E’ un movimento improvviso ed estremamente rapido. La spaziatura tra i sistemi di discontinuità determina la dimensione dei blocchi (RFI, 2007).

### *Topples - Ribaltamenti*

I ribaltamenti interessano ammassi rocciosi con il set principale di discontinuità subverticale e debolmente immergente a reggipoggio. I blocchi allungati nella direzione

dell'altezza, ruotano attorno a un fulcro al di sotto del baricentro.

La distanza percorsa dai blocchi dalla nicchia di distacco alla zona di accumulo dipende da diversi parametri, quali l'acclività, la morfologia, l'uso del suolo, ecc (RFI, 2007).

#### *Slides – Scivolamenti rotazionali / traslativi*

Per entrambe le tipologie di movimento si verifica uno spostamento di massa lungo una o più superfici di scivolamento lungo le quali viene superata la resistenza al taglio. Le fratture di trazione riscontrabili spesso nella porzione sommitale del pendio costituiscono i segni precursori del fenomeno. Nel caso degli scivolamenti rotazionali, che coinvolgono generalmente materiali omogenei, la superficie di scorrimento è concava. Spesso sono riconoscibili le caratteristiche superfici in contropendenza e i ristagni d'acqua ad esse correlati che contribuiscono a saturare il corpo di frana e a favorire il movimento franoso. Per quanto riguarda gli scivolamenti traslativi, che interessano generalmente alternanze litologiche, le superfici di scivolamento si impostano su discontinuità o piani di strato a franapoggio con inclinazione minore del pendio. L'evoluzione dei fenomeni di scivolamento avviene frequentemente per arretramento della scarpata principale. Nelle frane di grandi dimensioni, lo scivolamento rotazionale può evolvere in un'altra tipologia di movimento, quale ad esempio il colamento lento e, ove sia difficile distinguere la tipologia prevalente di movimento, è preferibile classificare tali fenomeni come complessi (RFI, 2007).

#### *Spread – Espansione laterale*

Espansione – Il fenomeno dell'espansione laterale può verificarsi quando un ammasso roccioso a comportamento deformativo rigido poggia su litotipi a comportamento più deformabile. L'espansione laterale è dovuta alla liquefazione, fluimento o estrusione al fronte del materiale sottostante e determina una generale subsidenza della massa rocciosa, che si frattura e disarticola in più parti. Si tratta generalmente di movimenti estremamente lenti e con una componente prevalentemente orizzontale (RFI, 2007).

#### *Flow – Colamento lento / rapido*

Colamento lento – E' un fenomeno caratterizzato da un meccanismo di movimento di tipo visco-plastico dove non è individuabile una netta superficie di rottura. Interessa generalmente versanti non molto acclivi costituiti da litotipi argillosi o da rocce alterate con matrice argillosa. Tale fenomeno, caratterizzato da basse velocità, alterna fasi di quiescenza a fasi di riattivazione legate principalmente a periodi di maggiore apporto pluviometrico.

Colamento rapido – E' un fenomeno che interessa terreni sciolti di copertura saturi d'acqua su versanti con elevata acclività a seguito di precipitazioni intense. L'acqua ha un ruolo

importante nella mobilitazione e nel trasporto delle masse detritiche che tendono ad assumere il comportamento di un fluido viscoso in grado di percorrere distanze considerevoli. Le colate rapide sono tra i fenomeni più distruttivi essendo caratterizzati da velocità elevate che possono raggiungere alcuni metri al secondo. L'energia cinetica della massa spostata determina intensi processi erosivi con la presa in carico di detriti lungo il percorso. Vengono generalmente distinte in colate incanalate, di forma stretta e allungata, quando percorrono fino a valle un impluvio, e in colate non incanalate quando interessano versanti privi di incisioni assumendo una caratteristica morfologia sub triangolare (RFI, 2007).

#### *Complex – Complesso*

Il movimento risulta dalla combinazione di due o più movimenti fra quelli precedentemente descritti, in settori diversi della massa in movimento. Gran parte delle frane sono caratterizzate da un movimento di tipo complesso, ma in molte di queste è anche possibile distinguere un movimento prevalente ed in questo caso è opportuno classificarle secondo quest'ultimo (RFI, 2007).

A. Rebound
Movements associated with
- Human excavation
- Naturally eroded valleys
B. Creep
- Superficial, predominantly seasonal creep; mantle creep: (a) soil creep, talus creep, (non-glacial); (b) frost creep and gelifluction of granular debris (periglacial)
- Deep-seated, continuous creep; mass creep
- Pre-failure creep; progressive creep
- Post-failure creep
C. Sagging of mountain slopes
1. Single-sided sagging associated with the initial stages of landsliding: (a) of rotational (essentially circular) type (R-sagging); (b) of compound (markedly non-circular) type (C-sagging); (i) listric (CL), (ii) bi-planar (CB)
2. Double-sided sagging associated with the initial stages of double landsliding leading to ridge spreading: (a) of rotational (essentially circular) type (DR-sagging); (b) of compound (markedly non-circular) type (DC-sagging); (i) listric (DCL), (ii) bi-planar (DCB)
3. Sagging associated with multiple toppling (T-sagging)
D. Landslides
- Confined failures: (a) in natural slopes; (b) in human-made slopes

- Rotational slips: (a) single rotational slips; (b) successive rotational slips; (c) multiple rotational slips
- Compound slides (markedly non-circular, with listric or bi-planar slip surfaces): (a) released by internal shearing towards the rear; (i) in slide mass of low to moderate brittleness, (ii) in slide mass of high brittleness; (b) progressive compound slides, involving rotational slip at rear and fronted by subsequent translational slide
- Translational slides: (a) sheet slide; (b) slab slides; flake slides; (c) peat slides; (d) rock slides; (i) planar slides, block slides, (ii) stepped slides, (iii) wedge failures; (e) slides of debris; (i) debris slides; debris avalanches (non-periglacial), (ii) active layer slides (periglacial); (f) sudden spreading failures
E. Debris movements of flow-like form
- Mudslides (non-periglacial): (a) sheets; (b) lobes (lobate or elongate)
- Periglacial mudslides (gelifluction of clays): (a) sheets; (b) lobes (lobate or elongate, active and relict)
- Flow slides: (a) in loose, cohesionless materials; (b) in lightly cemented, high porosity silts; (c) in high-porosity weak rocks
- Debris flows, very to extremely rapid flows of wet debris: (a) involving weathered rock debris (except on volcanoes); (i) hillslope debris flows, (ii) channelised debris flows, mudflows, mudrock flows; (b) involving peat, bog flows, bog bursts; (c) associated with volcanoes; lahars; (i) hot lahars, (ii) cold lahars
- Sturzstroms, extremely rapid flows of dry debris
F. Topples
- Topples bounded by pre-existing discontinuities: (a) single topples; (b) multiple topples
- Topples released by tension failure at rear of mass
G. Falls
- Primary, involving fresh detachment of material; rock and soil falls
- Secondary, involving loose material, detached earlier; stone falls
H. Complex slope movements
- Cambering and valley bulging
- Block-type slope movements
- Abandoned clay cliffs
- Landslides breaking down into mudslides or flows at the toe: (a) slump-earthflows; (b) multiple rotational quick clay slides; (c) thaw slumps
- Slides caused by seepage erosion
- Multi-tiered slides
- Multi-storied slides

Tab. 2.2 - Classificazione delle frane secondo Hutchinson (1988).

La classificazione dei meccanismi di una frana scelta per questo studio è stata quella di Hutchinson (1988) and EPOCH (1993) riportata in tabella 2.3.

Type	Form of initial failure surface		Subsequent deformation
FALL			
Detachment from a	planar wedge stepped vertical	failure surface	Free fall, may break, up, roll bounce, slide, flow down slopes below. May involve fluidisation, liquefaction, cohesionless grain flow, heat generation, chemical, rate effects or other secondary mechanisms.
TOPPLE			
Detachment from	(a) single (b) multiple	(a) pre-existing discontinuities (b) tension failure surfaces	As above.
SLIDE			
Rotational movement (sliding) on a	single successive multiple	circular failure surface	Toe area may deform in a complex way. May bulge, override, flow, creep. May be retrogressive.
Non-rotational compound movement (sliding) on a	(a) single (b) progressive (c) multistoried	Non-circular i. listric ii. bi-planar	Often develops a graben at the head. May have a toe failure of different type.
Translational movement (sliding) on a	planar stepped wedge non-rotational	failure surface	May develop complex tun-out after disintegrating. As for falls and flows.
SPREAD			
Lateral spreading of ductile or soft material which deforms in	a layer beneath hard rock a weak interstratified layer a collapsible structure	topographic surface	Can develop sudden spreading failure in quick clays. Slope opens up in blocks and gulls or fissures. Liquefaction can occur and the whole slope spreads either as a totally collapsed flow or with 'floating' blocks and grabens.
FLOW			
Debris movement by flow on	(a) a natural, complex unconfined channelised		Flow will involve complex run-out from source. May be catastrophic. May move in sheets or lobes and involve viscous or rheological mechanisms.
Movement by creep on Rock flow (sagging, Sackung) movement on	single sided double sided stepped	any hillslope mountain slope of rotational compound form listric biplanar discontinuity	Creep may be gravity, seasonal, pre-failure or progressive. May be slow gravity creep or early stages of landsliding, but not displaying toe deformations other than bulging. May involve toppling.
COMPLEX Movements involving two or more of the categories above			

Tab. 2.3 - Classificazione dei meccanismi di una frana da Hutchinson (1988) and EPOCH (1993).

### 2.2.1.2 – Proprietà e geometrie

Nella stesura della tesi sono stati utilizzati termini, nomenclature e dimensioni riprese da Varnes e dalla IAEG Commission on Landslides 1990. Vengono riportati di seguito diagramma a blocchi di una frana (complex earth slide—earth flow, Varnes 1978) (Fig. 2.15), descrizioni (Fig. 2.16), nomenclatura delle varie parti di una frana (Tab. 2.4) e dimensioni (Fig. 2.17 e Tab. 2.5).

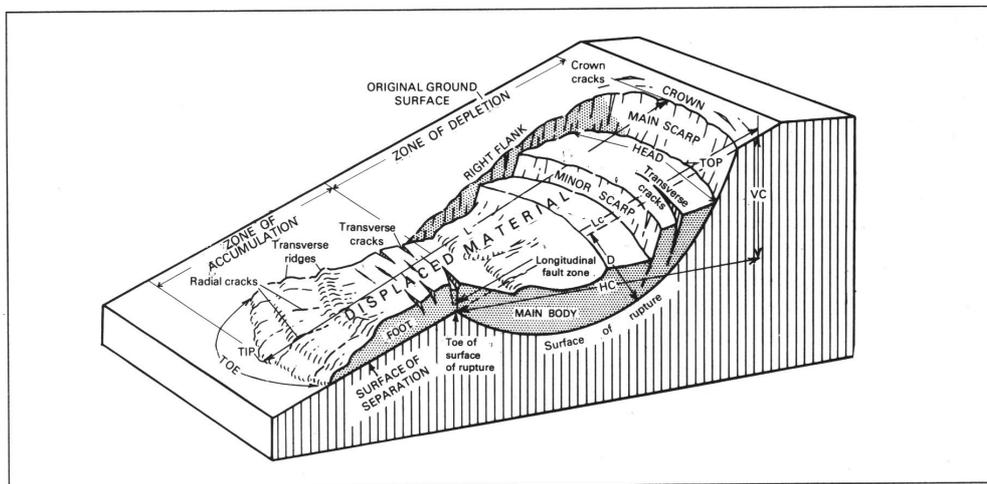


Fig. 2.15 - Diagramma a blocchi di una frana (complex earth slide—earth flow, Varnes 1978).

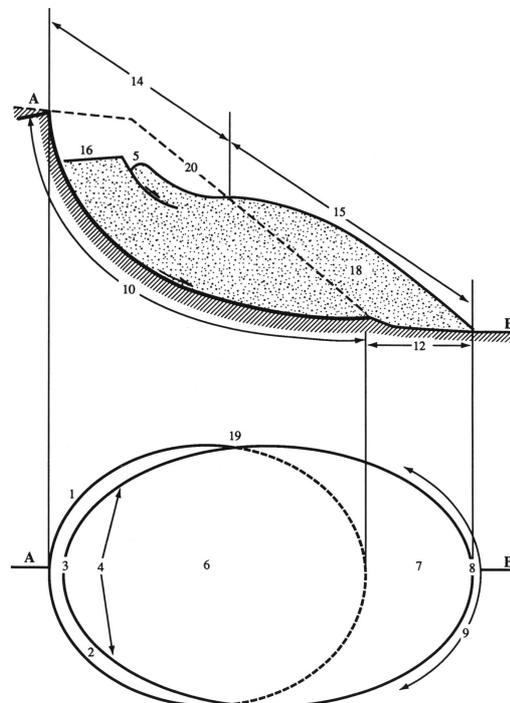


Fig. 2.16 - Numerazione varie parti di una frana.

Numero	Nome	Definizione
1	Crown	Practically undisplaced material adjacent to highest parts of main scarp
2	Main scarp	Steep surface on undisturbed ground at upper edge of landslide caused by movement of displaced material (13, stippled area) away from undisturbed ground; it is visible part of surface of rupture (10)
3	Top	Highest point of contact between displaced material (13) and main scarp (2)
4	Head	Upper parts of landslide along contact between displaced material and main scarp (2)
5	Minor scarp	Steep surface on displaced material of landslide produced by differential movements within displaced material
6	Main body	Part of displaced material of landslide that overlies surface of rupture between main scarp (2) and toe of surface of rupture (11)
7	Foot	Portion of landslide that has moved beyond toe of surface of rupture (11) and overlies original ground surface (20)
8	Tip	Point on toe (9) farthest from top (3) of landslide
9	Toe	Lower, usually curved margin of displaced material of a landslide, most distant from main scarp (2)
10	Surface of rupture	Surface that forms (or that has formed) lower boundary of displaced material (13) below original ground surface (20); mechanical idealization of surface of rupture is called slip surface in Chapter 13
11	Toe of surface of rupture	Intersection (usually buried) between lower part of surface of rupture (10) of a landslide and original ground surface (20)
12	Surface of separation	Part of original ground surface (20) now overlain by foot (7) of landslide
13	Displaced material	Material displaced from its original position on slope by movement in landslide; forms both depleted mass (17) and accumulation (18); it is stippled in Figure 3-4
14	Zone of depletion	Area of landslide within which displaced material (13) lies below original ground surface (20)
15	Zone of accumulation	Area of landslide within which displaced material lies above original ground surface (20)
16	Depletion	Volume bounded by main scarp (2), depleted mass (17), and original ground surface (20)
17	Depleted mass	Volume of displaced material that overlies surface of rupture (10) but underlies original ground surface (20)
18	Accumulation	Volume of displaced material (13) that lies above original ground surface (20)
19	Flank	Undisplaced material adjacent to sides of surface of rupture; compass directions are preferable in describing flanks, but if left and right are used, they refer to flanks as viewed from crown
20	Original ground surface	Surface of slope that existed before landslide took place

Tab. 2.4 - Nomenclatura delle varie parti di una frana (IAEG Commission on Landslides 1990).

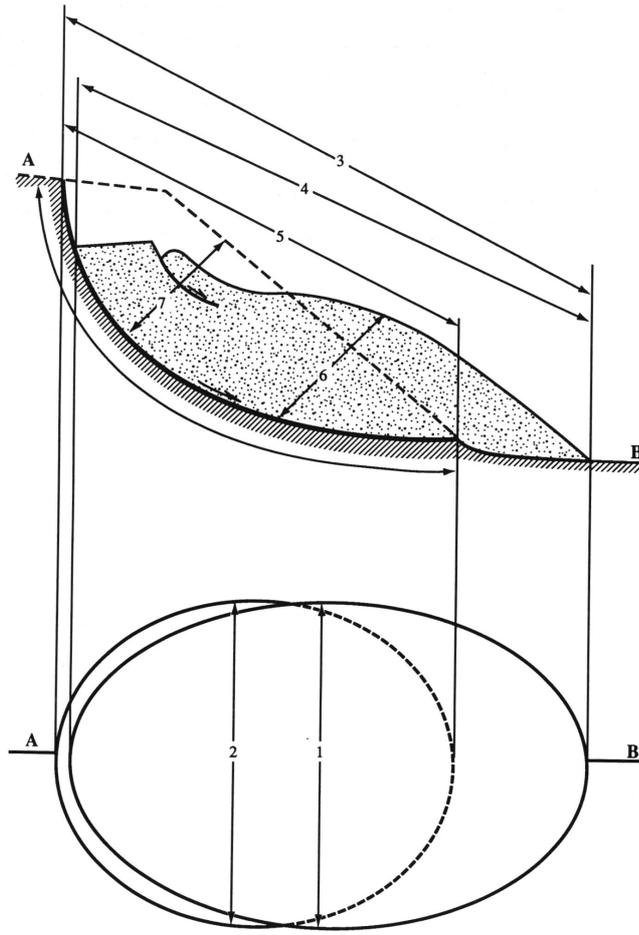


Fig. 2.17 - Dimensioni di una frana (IAEG Commission on Landslides 1990).

1	Width of displaced mass, $W_d$	Maximum breadth of displaced mass perpendicular to length, $L_d$
2	Width of surface of rupture, $W$	Maximum width between flanks of landslide perpendicular to length, $L$ ,
3	Length of displaced mass, $L_d$	Minimum distance from tip to top
4	Length of surface of rupture, $L_r$	Minimum distance from toe of surface of rupture to crown
5	Depth of displaced mass, $D_d$	Maximum depth of displaced mass measured perpendicular to plane containing $W_d$ and $L_d$
6	Depth of surface of rupture, $D_r$	Maximum depth of surface of rupture below original ground surface measured perpendicular to plane containing $W$ , and $L_r$
7	Total length, $L$	Minimum distance from tip of landslide to crown
8	Length of center line, $L_{ci}$	Distance from crown to tip of landslide through points on original ground surface equidistant from lateral margins of surface of rupture and displaced material

Tab. 2.5 – Descrizione dimensioni di una frana (IAEG Commission on Landslides 1990).

### 2.2.1.3 – Stato di attività e velocità del movimento (Tab. 2.6)

Una frana si definisce attiva se è attualmente in movimento.

Una frana si definisce sospesa se si è spostata negli ultimi 12 mesi ma che al momento non è attiva.

Una frana si definisce riattivata se si è attivata da uno stato inattivo.

Una frana si definisce inattiva se non si è mossa negli ultimi 12 mesi e può essere sospesa o relitta.

Una frana si definisce sospesa se è al momento inattiva ma che può riattivarsi.

Una frana si definisce abbandonata (inattiva) se non è più influenzata dalle sue cause originarie.

Una frana si definisce stabilizzata (inattiva) se è stata protetta da misure correttive.

Una frana si definisce relitta (inattiva) se si è sviluppata in condizioni climatiche e geomorfologiche molto diverse da quelle attuali ed ora è stabilizzata.

(da: APPENDIX Landslides recognition, 1996)

Abbreviated Classification of Slope Movements			
ACTIVITY			
STATE	DISTRIBUTION	STYLE	
Active	Advancing	Complex	
Reactivated	Retrogressive	Composite	
Suspended	Widening	Multiple	
Inactive	Enlarging	Successive	
Dormant	Confined	Single	
Abandoned	Diminishing		
Stabilized	Moving		
Relict			
DESCRIPTION OF FIRST MOVEMENT			
RATE	WATER CONTENT	MATERIAL	TYPE
Extremely rapid	Dry	Rock	Fall
Very rapid	Moist	Soil	Topple
Rapid	Wet	Earth	Slide
Moderate	Very wet	Debris	Spread
Slow			Flow
Very slow			
Extremely slow			
DESCRIPTION OF SECOND MOVEMENT			

RATE	WATER CONTENT	MATERIAL	TYPE
Extremely rapid	Dry	Rock	Fall
Very rapid	Moist	Soil	Topple
Rapid	Wet	Earth	Slide
Moderate	Very wet	Debris	Spread
Slow			Flow
Very slow			
Extremely slow			

Tab. 2.6 – Stato di attività, descrizione del movimento principale e secondario.

Le distribuzioni delle velocità delle frane in funzione delle loro caratteristiche sono riportate in Tab. 2.7 (da: Varnes, 1978 e WP/WLI, 1994)

Old classes (Varnes, 1978)	New classes (WP/WLI, 1994)			
Velocity	Velocity class	Velocity limits	Description of velocity	Nature of impact
3 m/s	7	5 m/s	extremely rapid	Catastrophe of major violence, exposed buildings totally destroyed and population killed by impact of displaced material, or by disaggregation of the displaced mass
0.3 m/min	6	3 m/min	very rapid	Some lives lost because the landslide velocity is too great to permit all persons to escape, major destruction
1.5 m/day	5	1.8 m/hour	rapid	Escape and evacuation possible; structure, possessions and equipment destroyed by the displaced mass
1.5 m/month	4	13 m/month	moderate	Insensitive structures can be maintained if they are located a short distance in front of the toe of the displaced mass; structures located on the displaced mass are extensively damaged
1.5 m/year	3	1.6 m/year	slow	Roads and insensitive structures can be maintained with frequent and heavy maintenance work, if the movement does not last too long and if differential movements at the margins of the landslide are distributed across a wide zone

0.06 m/year	2	0.016 m/year	very slow	Some permanent structures undamaged or, if they are cracked by the movement, they can be repaired
	1		extremely slow	No damage to structures built with precautions

Tab. 2.7 - Velocità del movimento.

#### 2.2.1.4 – Contenuto in acqua e materiale

Varnes (1978) ha proposto i seguenti termini per descrivere il contenuto in acqua dei materiali di frana da semplici osservazioni del materiale sciolto:

Secco: non è presente umidità;

Umido: contiene un pò d'acqua, ma non allo stato libero, il materiale può comportarsi come una plastica solida, ma non come un flusso;

Bagnato: contiene acqua sufficiente a comportarsi in parte come un liquido, vi è acqua che ne sgorga, o supporta corpi importanti di acqua stagnante; e

Molto bagnato: contiene una quantità sufficiente di acqua che può scorrere come un liquido a bassi gradienti.

#### 2.2.2 - Cause e meccanismi di innescio

La classificazione delle cause si basa sulle raccomandazioni dell'International Geotechnical Societies UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (WP/WLI, 1994) riprese anche da Cruden & Varnes nel 1996 e Brunsden 1993 (Tab. 2.8).

Le cause che condizionano l'instabilità dei versanti possono essere raggruppate in quattro sezioni.

- cause intrinseche legate alle caratteristiche litologiche, meccaniche, strutturali, tessiturali, di alterazione, stratigrafiche, al contrasto di competenza e permeabilità;
- cause fisiche riconducibili alle caratteristiche e alla distribuzione spazio-temporale delle precipitazioni, alla fusione rapida di neve o ghiaccio, al regime termometrico all'abbassamento/innalzamento del livello idrico esterno, ai terremoti, ecc.;
- cause geomorfologiche legate all'azione erosiva dei torrenti al piede del versante e del moto ondosso alla base della falesia, sollevamento tettonico, ecc.;
- cause antropiche quando l'azione dell'uomo ha comportato una modifica delle condizioni di equilibrio dei pendii (scavi, disboscamenti, attività agricole e pratiche colturali, ecc.).

Spesso l'instabilità di un versante è dovuta all'interazione di più cause concomitanti.

Le precipitazioni risultano quindi il più importante fattore di innesco dei fenomeni franosi, come universalmente riconosciuto dalla letteratura tecnico-scientifica.

I fenomeni rapidi e superficiali, quali ad esempio i soil slip e i debris flow che interessano soprattutto i terreni di copertura con una permeabilità medio-alta, si innescano principalmente in occasione di eventi pluviometrici brevi ed intensi.

Frane con una maggiore profondità della superficie di scivolamento o che coinvolgono litotipi prevalentemente argillosi sono invece condizionate prevalentemente dalle precipitazioni prolungate.

Per quanto riguarda le cause antropiche, i fattori predisponenti più significativi e ricorrenti per la genesi dei fenomeni franosi sono gli scavi al piede del pendio e più in generale gli scavi per la realizzazione di strade di montagna e forestali.

External process group	Causal processes	Description	Specific effect on stability state of the slope system (examples only). Changes in:
Weathering: physical, chemical and biological	Physical properties	Changes in particle size	Density, unit weight strength, strength, permeability, vertical and and spatial strength variation, total stress, critical depth, friction, cleft water pressure
	Chemical properties	Cation exchange, cementation	
Erosion fluvial, glacial and coastal, material removal from the face or base of slope	Horizonation	Internal layers and basal surface, development of weak discontinuities	Total stresses, permeability, strength
	Regolith thickness	Weathering > erosion, accumulation in hollows and foot of slope, soil ripening	
Ground subsidence	Geometrical change	Relief, height, length, angle, aspect	Strength, physical support, consolidation, water concentration, pore water pressure
	Unloading	Removal of lateral support, expansion, swelling, fissuring, strain softening, stress concentration	
Deposition of fluvial, glacial and mass movement New material added to face or top of slope	Undermining	Mechanical eluviation of fines, solution, leaching, removal of cement, seepage erosion, backsapping, piping	Water content, weight, strength, stress Underconsolidation, pore pressure
	Loading	Solifluction, mudsliding, rock-fall, deltaic addition, talus accumulation	
Shocks and vibrations, seismic activity	Undrained loading		Horizontal stress, strength, excess pressures
	Vertical and horizontal movements	Shocks of varying frequency, magnitude, intensity, duration, disturbance to intergranular bonds and cements, water-table	

Air fall of loess, tephra	Mantling with fine regolith. Addition of fine components to soil	change New slope created with strong discontinuity beneath	Strength, water content, water pressures
Water regime change, geomorphological or meteorological	Perched water tables, surface saturation water-table and pressure change	Piping, flooding, lake bursts 'Wet' rainfall years, intense precipitation, snow and ice melt, drawdown	Water pressures Excess pressures, water-table, pore pressure, weight
Complex 'follow-on' or run out processes after initial failure, bank collapse, seismic slope failure	Liquefaction, remoulding, fluidisation, air layer lubrication, cohesionless grain flow		Strength, water distribution, consolidation, friction

Tab. 2.8 – Classificazione dei processi che innescano una frana (dopo Brunsden, 1993).

I meccanismi d'innescò di una frana possono essere così differenziati (da Landslides: Investigation and Mitigation, Capitolo 3):

- Aumento dello sforzo di taglio
- Rimozione del supporto
- Imposizione di sovraccarichi
- Sforzi transitori
- Uplift o tilting
- Bassa resistenza di terreno o roccia
- Caratteristiche del materiale
- Caratteristiche della massa
- Riduzione della resistenza al taglio

Ad esempio, le argille sono particolarmente soggette a processi di erosione e a reazioni fisico-chimiche. L'idratazione dei minerali argillosi provoca perdita di coesione. La fessurazione delle argille può essere dovuta ad essiccazione. Lo scambio di ioni all'interno di minerali argillosi può portare a cambiamenti sostanziali nelle proprietà fisiche di alcune argille.

### 2.2.3 - Analisi delle forze e della stabilità

La stabilità dei versanti è solitamente analizzata con metodi di equilibrio limite. Queste analisi richiedono informazioni sulla sola forza del suolo e dunque non forniscono alcuna indicazione circa la magnitudine dei movimenti. I movimenti di versante di solito vengono

analizzati con il metodo degli elementi finiti. Sebbene questi metodi definiscano i movimenti e le forze di stress, non forniscono una misura diretta della stabilità, come ad esempio il fattore di sicurezza che si può calcolare mediante l'analisi dell'equilibrio limite. Lo scopo dell'analisi con i metodi dell'equilibrio limite è sempre di definire un coefficiente di sicurezza rispetto alla formazione della frana stessa. Lungo la superficie di scivolamento vengono esplicitamente valutate le due grandezze fondamentali che formano l'oggetto dell'analisi: l'azione necessaria per la formazione della frana e la resistenza opposta al suo sviluppo (da: Landslides Capitolo 13, 2007).

Tutti gli algoritmi sviluppati dai geotecnici considerano le forze attive sul pendio in termini di sforzi totali (introducendo nei calcoli il peso di volume “totale”) mentre le forze resistenti sono considerate in termini di sforzi efficaci (ovvero al netto della pressione “neutra” esercitata dell'acqua).

Il pendio, interessato dalle forze di gravità e da eventuali forze sismiche, è sottoposto ad uno stato tensionale che viene esplicitato unicamente lungo la superficie di scivolamento. Lungo la stessa superficie di scivolamento si determinano anche le componenti che si oppongono alla frana: la coesione del suolo ed il suo attrito interno. Il metodo di calcolo prevede il paragone tra le due azioni, quella destabilizzante e quella opposta al movimento, normalizzate in termini di momenti rispetto ad un certo punto focale scelto arbitrariamente. Nel caso in cui le forze agenti siano algebricamente superiori alle resistenze opposte, ci si attende che il pendio entri in frana. Nel caso in cui le forze agenti siano inferiori alle resistenze, il pendio è stabile e si passa a quantificare il margine di resistenza disponibile oltre al minimo necessario per la stabilità (“grado di sicurezza”) (da: Landslides Capitolo 13, 2007).

Il Fattore di Sicurezza è definito come il fattore di cui deve essere ridotta la resistenza disponibile per portare la massa in uno stato di equilibrio limite lungo la superficie scelta:

$$F = \text{resistenze disponibili} / \text{sforzo di taglio agente} = \tau / \tau_m$$

Per un'analisi in tensioni efficaci, le resistenze disponibili  $t$  possono essere espresse dal criterio di rottura di Mohr-Coulomb in condizioni drenate:

$$\tau = c' + (\sigma - u) \tan \Phi'$$

dove:

$F$  = fattore di sicurezza,

$c$  = intercetta della coesione sul diagramma delle forze di Mohr-Coulomb,

$\Phi$  = angolo di attrito interno del suolo,

$\sigma$  = forza di stress normale alla superficie di scivolamento

e  $\tau$  = stress di taglio richiesto per l'equilibrio.

Per un'analisi in tensioni totali, le resistenze disponibili sono date invece dal criterio di rottura di Mohr-Coulomb in condizioni non drenate:

$$\tau = c_u$$

come si può notare, le pressioni dell'acqua non sono richieste in questo tipo di analisi.

L'entità delle forze di taglio agenti si ricava combinando la prima e la seconda (in tensioni efficaci):

$$S_m = \tau\beta / F = (c'\beta + (N - \nu\beta) \tan\Phi) / F$$

Le equazioni della statica che possono essere usate per determinare le forze in gioco ( $N$ ,  $S_m$ ) sono

tre:

- Equilibrio delle forze verticali,  $\Sigma F_v = 0$
- Equilibrio delle forze orizzontali,  $\Sigma F_h = 0$
- Equilibrio dei momenti,  $\Sigma M = 0$

Notare che tutte le forze sono totali ed includono implicitamente il contributo dell'acqua.

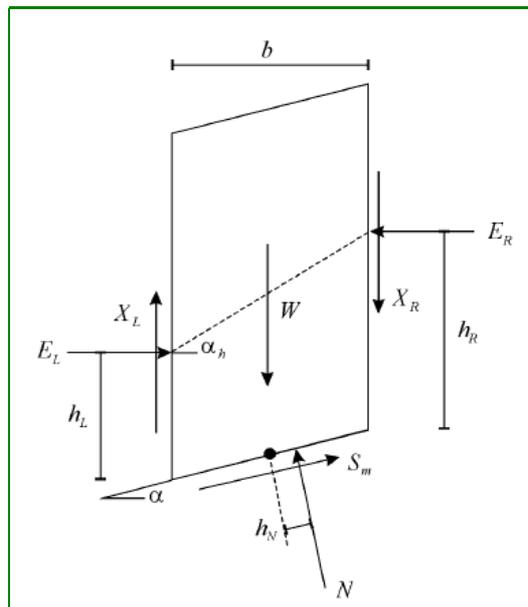


Fig. 2.18 – Forza applicata su un elemento laminare.

Riportiamo in Tab. 2.9 alcuni metodi utilizzati comunemente per l'Analisi dell'equilibrio limite.

Characteristics of Commonly Used Methods of Limit Equilibrium Analysis for Slope Stability	
METHOD	LIMITATIONS, ASSUMPTIONS, AND EQUILIBRIUM CONDITIONS SATISFIED
Ordinary method of slices (Fellenius 1927)	Factors of safety low—very inaccurate for flat slopes with high pore pressures; only for circular slip surfaces; assumes that normal force on the base of each slice is $W \cos \alpha$ ; one equation (moment equilibrium of entire mass), one unknown (factor of safety)
Bishop's modified method (Bishop 1955)	Accurate method; only for circular slip surfaces; satisfies vertical equilibrium and overall moment equilibrium; assumes side forces on slices are horizontal; $N+1$ equations and unknowns
Force equilibrium methods (Section 6.13)	Satisfy force equilibrium; applicable to any shape of slip surface; assume side force inclinations, which may be the same for all slices or may vary from slice to slice; small side force inclinations result in values of $F$ less than calculated using methods that satisfy all conditions of equilibrium; large inclinations result in values of $F$ higher than calculated using methods that satisfy all conditions of equilibrium; $2N$ equations and unknowns
Janbu's simplified method (Janbu 1968)	Force equilibrium method; applicable to any shape of slip surface; assumes side forces are horizontal (same for all slices); factors of safety are usually considerably lower than calculated using methods that satisfy all conditions of equilibrium; $2N$ equations and unknowns
Modified Swedish method (U.S. Army Corps of Engineers 1970)	Force equilibrium method, applicable to any shape of slip surface; assumes side force inclinations are equal to the inclination of the slope (same for all slices); factors of safety are often considerably higher than calculated using methods that satisfy all conditions of equilibrium; $2N$ equations and unknowns
Lowe and Karafiath's method (Lowe and Karafiath 1960)	Generally most accurate of the force equilibrium methods; applicable to any shape of slip surface; assumes side force inclinations are average of slope surface and slip surface (varying from slice to slice); satisfies vertical and horizontal force equilibrium; $2N$ equations and unknowns
Janbu's generalized procedure of slices (Janbu 1968)	Satisfies all conditions of equilibrium; applicable to any shape of slip surface; assumes heights of side forces above base of slice (varying from slice to slice); more frequent numerical convergence problems than some other methods; accurate method; $3N$ equations and unknowns
Spencer's method (Spencer 1967)	Satisfies all conditions of equilibrium; applicable to any shape of slip surface; assumes that inclinations of side forces are the same for every slice; side force inclination is calculated in the process of solution so that all conditions of equilibrium are satisfied; accurate method; $3N$ equations and unknowns
Morgenstern and Price's method (Morgenstern and Price 1965)	Satisfies all conditions of equilibrium; applicable to any shape of slip surface; assumes that inclinations of side forces follow a prescribed pattern, called $f(x)$ ; side force inclinations can be the same or can vary from slice to slice; side force inclinations are calculated in the process of solution so that all conditions of equilibrium are satisfied; accurate method; $3N$ equations and unknowns

Sarma's method (Sarma 1973)	Satisfies all conditions of equilibrium; applicable to any shape of slip surface; assumes that magnitudes of vertical side forces follow prescribed patterns; calculates horizontal acceleration for barely stable equilibrium; by prefactoring strengths and iterating to find the value of the prefactor that results in zero horizontal acceleration for barely stable equilibrium, the value of the conventional factor of safety can be determined; 3N equations, 3N unknowns
--------------------------------	--

Tab. 2.9 – Caratteristiche dei metodi comunemente utilizzati per l'Analisi dell'Equilibrio limite per la stabilità della pendenza.

#### 2.2.4 - Mitigazione

In generale, le varie strategie di prevenzione e salvaguardia delle aree soggette a rischio frana possono essere ricondotte a quattro categorie fondamentali (Bromhead, 2004): la rilocalizzazione (avoidance) degli elementi a rischio in aree a minor rischio; la riduzione/correzione (correction) della sorgente del rischio tramite interventi volti alla stabilizzazione del corpo di frana; la desensibilizzazione (desensitization) degli elementi a rischio, intesa come riduzione della loro vulnerabilità (nello specifico il rafforzamento delle strutture esistenti tramite sottofondazioni, iniezioni, ecc. o il ricorso a particolari accorgimenti costruttivi nel caso di strutture non ancora esistenti); ed infine l'accettazione (acceptance) del rischio da parte di una comunità, perseguibile sia attraverso il ricorso a pratiche assicurative che tramite sistemi di difesa dai movimenti franosi (sistemi di contenimento e di deviazione delle masse in frana, sistemi di monitoraggio-allarme, ecc.) (ABFA, 2007).

Le differenti strategie di mitigazione del rischio sono state raggruppate in due categorie, in relazione al fatto che esse comportino o meno un diretto intervento sul corpo di frana:

- interventi strutturali;
- interventi non strutturali.

Per interventi di tipo strutturale si intendono tutte quelle strategie di mitigazione del rischio che comportano interventi diretti sul corpo di frana o sul probabile percorso delle masse in frana. In particolare, sono stati raggruppati in questa tipologia d'interventi, oltre ai vari metodi di stabilizzazione dei versanti (strategie di riduzione della sorgente del rischio), le differenti opere di difesa attiva dalle masse in frana, quali i sistemi di contenimento e deviazione. Le differenti tipologie di interventi strutturali sono state raggruppate in cinque gruppi principali (Schuster (1995) e Popescu (1996, 2001) e dell'International Union of Geological Sciences IUGS WG/L):

- interventi di riprofilatura del versante;
- interventi di drenaggio;
- strutture di ritenuta;
- strutture di rinforzo interne;
- interventi di protezione-eliminazione del problema.

Anche se in passato la sistemazione dei versanti in frana è stata gestita principalmente tramite il ricorso a strutture di ritenuta (muri, gabbionate, palificate, ecc.) o ad interventi di rinforzo del materiale (ancoraggi, iniezioni, micropali, ecc.), non sempre queste soluzioni sono risultate le più appropriate. Di norma queste opere, anche se estremamente efficienti (se correttamente progettate e realizzate), sono molto costose e quindi poco adatte alla stabilizzazione di grandi corpi di frana o di aree di basso valore economico; possono risultare invece la soluzione migliore in mancanza di ampi spazi a disposizione per la realizzazione degli interventi o in presenza di vincoli logistici imposti da abitazioni o per la stabilizzazione di fenomeni franosi di limitata estensione (ABFA, 2007).

Limitazioni all'uso degli interventi di riprofilatura dei versanti possono essere legate a costrizioni geometriche dovute alla presenza di vincoli urbanistici o a tutte quelle situazioni in cui non si riesce ad individuare correttamente la reale estensione della massa in frana. Gli interventi di drenaggio, per l'importante ruolo giocato dalla pressione interstiziale sulla riduzione della resistenza al taglio, sono spesso tra i rimedi più efficaci nella sistemazione dei versanti. L'alta capacità di stabilizzazione, in relazione ai costi di realizzazione, fa sì che le varie opere di smaltimento delle acque superficiali e profonde siano tra i metodi di stabilizzazione più diffusi e quelli che generalmente consentono di ottenere, a parità di costi, i risultati migliori (ABFA, 2007).

In Tab. 2.10 si riporta una lista riassuntiva dei differenti interventi utilizzabili per la stabilizzazione di un particolare movimento franoso:

La soluzione più adatta per contrastare un particolare fenomeno franoso è strettamente legata alla tipologia del fenomeno stesso. Per questo motivo è necessario che le indagini dirette alla completa caratterizzazione del movimento franoso non siano subordinate ai fondi messi a disposizione a priori dall'autorità competente, bensì che siano le indagini stesse a vincolare gli investimenti. Infatti, l'incremento dei costi nella fase "investigativa" del fenomeno può essere largamente compensato dalla scelta del rimedio più adatto a quel determinato contesto, evitando ulteriori spese per la necessità di ricorrere ad interventi correttivi (non precedentemente preventivati) a causa di rimedi non correttamente progettati o

scarsamente efficaci per le effettive caratteristiche di quel determinato fenomeno franoso (ABFA, 2007).

MATERIALE	TIPO DI FRANA	OPERE DI INTERVENTO														
		RIPROFILATURA DEL VERSANTE (A)				INTERVENTI DI DRENAGGIO (B)				STRUTTURE DI SOSTEGNO (C)			STRUTTURE DI RINFORZO INTERNE (D)		PROTEZIONE - ELIMINAZIONE DEL PROBLEMA (E)	
		Riduzione uniforme della pendenza (A1)	Appesantimento al piede (A2)	Scarico in testa (A3)	Gradinatura (A4)	Opere di protezione laterale (B1)	Regimazione delle acque superficiali (B2)	Interventi di drenaggio superficiali (B3)	Interventi di drenaggio profondo (B4)	Strutture a gravità (C1)	Strutture in cemento armato (C2)	Strutture speciali (C3)	Rinforzo del materiale (D1)	Miglioramento delle caratteristiche meccaniche dei materiali (D2)	Disaggrego (E1)	Opere di protezione (E2)
ROCCIA	SCIOLAMENTI		X				X		X				X	X		
	CROLLI	X			X		X						X	X	X	X
TERRA	SCIOLAMENTI	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
	COLATE LENTE						X	X	X					X		
DETRITO	COLATE RAPIDE				X	X	X									X

Tab. 2.10 – lista riassuntiva dei differenti interventi utilizzabili per la stabilizzazione di un particolare movimento franoso.

Con il termine “interventi non strutturali” si intendono tutte quelle azioni di mitigazione del rischio che non presuppongono un intervento diretto sulla massa in frana, bensì sui possibili elementi a rischio o sulla loro vulnerabilità. Questi interventi possono essere ricondotti a tre categorie fondamentali: strategie di riduzione del valore degli elementi a rischio, strategie di riduzione della vulnerabilità degli elementi a rischio e interventi atti ad aumentare le soglie di rischio accettabile; questi ultimi intesi non come strategie di riduzione del rischio ma come interventi atti a modificarne gli effetti sul tessuto socio-economico e a determinarne l'accettazione.

-Riduzione del valore degli elementi a rischio

La riduzione del valore degli elementi a rischio si esplica soprattutto in sede di pianificazione territoriale e di normativa, nell'ambito delle quali possono essere programmate sia azioni di interdizione o limitazione dell'espansione urbanistica in zone instabili che l'evacuazione di aree instabili e il trasferimento dei centri abitati franosi (ABFA, 2007).

- Riduzione della vulnerabilità degli elementi a rischio

La vulnerabilità degli elementi a rischio può essere ridotta mediante interventi di tipo

tecnico o normativo che riguardino l'organizzazione sociale del territorio. La strategia di riduzione della vulnerabilità (*desensitization*) si rivela particolarmente utile nei casi in cui il fenomeno franoso non sia individuabile o prevedibile con sufficiente precisione oppure nei casi in cui non sia fattibile un intervento di rilocalizzazione, per ragioni sia socio-economiche che culturali (opere d'arte, beni monumentali, ecc.); in generale lo scopo può essere perseguito sia agendo direttamente sugli elementi a rischio (opere strutturali atte a consolidare gli edifici e/o le infrastrutture) sia per via indiretta, tramite sistemi di monitoraggio e allerta e l'organizzazione di piani di emergenza e di soccorso.

- Aumento delle soglie di rischio accettabile

La gestione del rischio è condizionata dalla definizione di una soglia di rischio tollerabile, sulla cui base dovranno essere valutate le eventuali strategie di mitigazione da adottare. Con il termine di accettazione del rischio (*acceptance*) si intende la scelta di una comunità di convivere con una determinata sorgente di rischio. Una comunità può decidere di accettare un rischio perfettamente conosciuto se questa scelta è controbilanciata dai benefici ottenuti nel rimanere in quella particolare località oppure se non è pronta a sostenere ulteriori spese per la propria protezione (ABFA, 2007).

L'accettazione del rischio da parte di una comunità può essere favorita anche dal ricorso a pratiche assicurative oppure dalla garanzia di aiuti in caso di disastri, strada particolarmente perseguibile nel caso in cui i possibili danni derivanti da un dato fenomeno franoso siano localizzati e di bassa entità (Bromhead, 2004).

## 2.3 Cartografia geologica e geomorfologica

La cartografia geomorfologica di aree con forte presenza di frane è diventata un importante strumento per la valutazione del rischio, la prevenzione e la gestione del territorio (Wu et al., 1996).

Le mappe sintetiche che riportano aree a rischio di movimenti franosi si sono rivelate preziose per la pianificazione, l'analisi del rischio e la progettazione delle infrastrutture.

Quando le indagini geomorfologiche e geologiche sono importate in ambiente GIS, possono essere generate mappe tematiche per soddisfare le esigenze di una vasta gamma di utenti finali.

Le applicazioni di prodotti derivati da tali indagini comprendono (Turner e Schuster 1996):

- la realizzazione ed il miglioramento della cartografia tematica;
- la creazione di banche dati geologiche e geomorfologiche;
- la cartografia tematica volta a mitigare i rischi geoambientali quali frane e inondazioni, i sistemi di telerilevamento per la mappatura geologica e geomorfologica, la gestione del territorio e la mitigazione del pericolo;
- la modellazione idrologica;
- la tutela e la gestione delle risorse idriche;
- la modellazione numerica, la valutazione d'impatto ambientale e la gestione delle emergenze ambientali.

La cartografia tradizionale delle frane ha subito una forte evoluzione, conseguenza dello sviluppo delle caratteristiche dei Sistemi Informativi Geografici (GIS). Essi hanno proprietà importantissime per la gestione spaziale dei dati come la gestione di database, l'elaborazione delle immagini, la produzione grafica, la modellizzazione spaziale e la visualizzazione di molti tipi di dati.

Nello sviluppo della parte cartografica di questa tesi, alla realizzazione cartografica e l'utilizzo di GIS Open Source, sono state applicate metodologie sia moderne che tradizionali soprattutto per il rilevamento e le analisi di movimenti di frana, e per ottenere dettagliate carte geologiche e geomorfologiche dei dati delle aree di rilevamento di Olvera e dell'area campione di Oliveto Lucano.

Nelle tecniche utilizzate sono incluse dettagliate indagini geologico-geomorfologico, analisi dei dati spaziale ad alta risoluzione da telerilevamento, misure con GPS, fotogrammetria digitale, ognuna delle quali debitamente memorizzate attraverso l'utilizzo di Software GIS Open Source.

I software GIS Open Source (§ par. 2.4) sono oramai ben sviluppati: alcuni programmi noti

sono GRASS, PostgreSQL e PostGIS per il DBMS con Mapserver per le pubblicazioni web (§ par. 2.4). Per questa tesi di dottorato si è deciso di esaminare ed usare ciascuna di queste “release” assieme a QGIS e The Gimp (§ par. 2.4).

Nell'ambito delle Scienze della Terra, il software OS è stato usato con successo per realizzare: analisi forestali ed individuazione dei cambiamenti del paesaggio (Ciolli et al., 2002a; Turda et al., 2004), modellazione atmosferica (Ciolli et al., 2002a; Löwe 2004), geologia (Masumoto et al., 2002; Kajiyama et al., 2004; Yonezawa et al., 2002), studi archeologici (Brovelli et al., 2002; Baiocchi et al., 2005; Raghavan et al., 2002), geomorfologia e mitigazione delle frane (Clerici e Perego, 2000; Clerici, 2002a; Fock et al., 2004; Paudits e Bednarikm, 2002).

Il principale vantaggio che si ha utilizzando software Open Source, sia per creare mappe geomorfologiche che simulazioni, è la riduzione dei costi degli applicativi se confrontato con l'acquisto di software proprietario.

L'implementazione del database spaziale Open Source specifico realizzata in questa tesi di dottorato sarà resa visibile on-line tramite una password attraverso il WebGIS al sito: <http://webgis.unife.it/Olvera/map.phtml>.

## 2.4 Software Open Source

Il termine "open source" venne coniato agli inizi del 1998 su iniziativa di Bruce Perens, Eric S. Raymond, Hall, Tim O'Reilly, Linus Torvalds e altri importanti sviluppatori della comunità Free Software, come allora veniva chiamata. L'obiettivo principale era quello di rendere l'idea del software libero più accettabile all'ambiente commerciale, evitando le posizioni intransigenti di Stallman e contemporaneamente evitare l'equivoco generato dalla parola "free" in inglese (che significa sia gratuito che libero). La parola "source" stava a sottolineare il fatto che un software non è tanto il programma eseguibile, quanto il suo punto di partenza, la sorgente (Wiki-2).

La Open Source Definition definisce quali licenze possono essere considerate open source. Questa definizione è stata fatta dalla fondazione Open Source Initiative (OSI) che tuttora gestisce il marchio creato ad hoc. La definizione deriva dalle regole (dette Debian Free Software Guidelines) che si era dato il progetto Debian per scegliere quali software includere nella propria distribuzione GNU/Linux.

Secondo questa definizione è evidente che perché una licenza sia open source non si deve soltanto avere accesso al codice sorgente, ma anche il permesso per chiunque di mettere mano al codice sorgente e contemporaneamente il permesso di ridistribuirlo, il tutto senza che alcuno possa pretendere anche il minimo compenso, senza però impedire di chiedere un compenso a chi sia disposto a pagarlo (Wiki-2).

Secondo la Open Source Definition affinché si possa parlare di una licenza open source è necessario che tale licenza soddisfi contemporaneamente tutte le condizioni sotto indicate.

- Ridistribuzione libera. La licenza non può impedire ad alcuna parte in causa la vendita o la cessione del software. Chiunque deve poter fare tutte le copie che vuole, venderle o cederle, e non deve pagare nessuno per poter fare ciò.
- Codice sorgente. Il programma deve includere il codice sorgente. Codice deliberatamente offuscato non è ammesso. Questo in quanto il codice sorgente è necessario per modificare o riparare un programma.
- Opere derivate. La licenza deve permettere modifiche e opere derivate e deve consentire la loro distribuzione sotto i medesimi termini della licenza del software originale, in quanto il software serve a poco se non si può modificare per fare la manutenzione ad esempio per la correzione di errori o il porting su altri sistemi operativi.

- Integrità del codice sorgente dell'autore. La licenza può proibire che il codice sorgente venga distribuito in forma modificata solo se la licenza permette la distribuzione di pezze ("patch file") con il codice sorgente allo scopo di migliorare il programma al momento della costruzione.
- Nessuna discriminazione contro persone o gruppi. La licenza deve essere applicabile per tutti, senza alcuna discriminazione per quanto nobile possa essere l'obiettivo della discriminazione. Ad esempio non si può negare la licenza d'uso neanche a forze di polizia di regimi dittatoriali.
- Nessuna discriminazione di settori. Analogamente alla condizione precedente, questa impedisce che si possa negare la licenza d'uso in determinati settori, per quanto questi possano essere deplorabili. Non si può dunque impedire l'uso di tale software per produrre armi chimiche o altri strumenti di distruzione di massa.
- Distribuzione della licenza. I diritti relativi al programma devono applicarsi a tutti coloro ai quali il programma sia ridistribuito, senza necessità di esecuzione di una licenza aggiuntiva.
- La licenza non dev'essere specifica a un prodotto. I diritti relativi a un programma non devono dipendere dall'essere il programma parte di una particolare distribuzione di software.
- La licenza non deve contaminare altro software. La licenza non deve porre restrizioni ad altro software che sia distribuito insieme a quello licenziato.
- La licenza deve essere tecnologicamente neutra. Nessuna clausola della licenza deve essere proclamata su alcuna singola tecnologia o stile di interfaccia.

#### **2.4.1 - Sistemi operativi**

In informatica il sistema operativo, SO o OS (italiano il primo, inglese il secondo da "Operating System"), è un insieme di subroutine e strutture dati responsabile del controllo e della gestione dei componenti hardware che costituiscono un computer e dei programmi che su di esso vengono eseguiti.

Solitamente un sistema operativo mette a disposizione dell'utente un'interfaccia software (grafica o testuale) per accedere alle risorse hardware (dischi, memoria, I/O in generale) del sistema. Tale accesso dipende, sui sistemi che prevedono la multiutenza, dai privilegi di ogni utente.

Il compito principale del sistema operativo è quello di permettere all'utente, umano o non, di interagire direttamente con la macchina (Wiki-3).

#### **2.4.1.1 - Linux Ubuntu Server 9.04 (<http://www.ubuntu-it.org/>)**

Non si può non iniziare il paragrafo su una versione di Linux senza fare un breve excursus storico su questo meraviglioso e “free” sistema operativo:

Sotto la direzione di Linux Torvalds quello che inizialmente doveva essere un programma sviluppato ad uso personale, è diventato il più noto risultato di un modello di sviluppo basato sulla disinteressata collaborazione di migliaia di sviluppatori tramite Internet. E' una storia relativamente breve, perché in campo informatico tutto accade velocemente e perché la collaborazione creativa di tante persone, se ben coordinate, ha un potenziale enorme (<http://www.openskill.info/infobox.php?ID=34>).

- 1991 (Luglio) - Tutto inizia in un'estate finlandese, Linus Benedict Torvalds, ancora un giovane studente dell'Università di Helsinki, si informa su Usenet.
- 1991 - Nello stesso anno viene rilasciata la prima versione.
- 1992 - Viene rilasciata la prima versione relativamente stabile e supporta vario hardware.

Da questa versione in poi la crescita di Linux inizia a diventare progressiva e dirompente, sia come numero di coder che supportano lo sviluppo, sia come utilizzatori.

- 1994 -Viene rilasciata la prima versione definitiva 1.0. Nascono RedHat, Debian, SUSE tutt'ora fra le distribuzioni più diffuse. Linux, che resta Copyrighted by Linux Torvalds, diventa ufficialmente un software aperto, abbracciando in pieno la General Public License (GPL) del movimento Free Software di Stallman. Grazie all'aumento esponenziale dell'interesse da parte della comunità mondiale nascono i primi LUGs (Linux User Groups), ormai diffusi anche in Italia.
- 1995 - Compaiono sul mercato nuove distribuzioni commerciali.
- 1996 - Rilasciata la versione 2.0. Compaiono le prime versioni tradotte in più lingue. Linux ha bisogno di una mascotte: nasce TUX, il pinguino più famoso del mondo.
- 1997 - Da qui in poi la storia di Linux diventa sempre più Linus independent, che nel 1997 lascia la Finlandia per raggiungere Santa Clara, Silicon Valley, dove lo aspetta, nella misteriosa start-up Transmeta, un ruolo che ai più non è chiaro.

- 1999 - Dopo lunga attesa il kernel 2.2 vede la luce, un passo avanti notevole.
- 2001 - Release 2.4.0, la prima release di un altro stable thread.
- 2002 - Linux è una reale alternativa al mondo Microsoft e Unix, si ritrova milioni di utenti, migliaia di sviluppatori e un mercato in espansione. E' presente in sistemi integrati, è usato per il controllo di dispositivi robotizzati e ha volato a bordo dello Shuttle, praticamente gira su oggetti elettronici di tutti i tipi, dai palmari alle workstation Alpha, risultando l'OS in assoluto il sistema operativo più soggetto a porting. Nessuno ormai si sogna di considerarlo un progetto sperimentale che non possa essere usato in applicazioni mission-critical, IBM "lo monta sui suoi server" (e lo pubblicizza pure), Microsoft lo considera il principale nemico da combattere, Oracle ci fa girare sopra il suo DB.
- 2003 - Tecnicamente la strada è chiara e le carte sono vincenti: Linux e tutto il software OpenSource sono decisamente all'altezza sia sui sistemi di fascia alta che sui desktop, oltre ad essere presente nel cuore invisibile di innumerevoli device elettronici.
- 2004 - Il kernel 2.6 si diffonde e viene usato nelle principali distribuzioni, sempre più user friendly e pronte per il desktop.
- Nell'aprile 2004, alcuni sviluppatori di software open source danno inizio a una rivoluzionaria nuova versione di Linux basata sulle solide fondamenta Debian: Ubuntu. La prima versione ufficiale di Ubuntu fu rilasciata nell'ottobre 2004 e fu debitamente chiamata «Version 4.10» o «The Warty Warthog» (<http://www.ubuntu-it.org/Storia.shtml>)
- 2005 - L'anno seguente fu testimone di una crescita vertiginosa della comunità di Ubuntu. Centinaia e poi migliaia di entusiasti appassionati del software libero si aggiunsero alla comunità. Ubuntu 5.04 («Hoary Hedgehog») fu rilasciata nell'aprile 2005. Contemporaneamente, venne rilasciata la prima versione di Kubuntu per la gioia dei fan di KDE nel mondo.
- 2006 - Il progetto Ubuntu fece un significativo passo avanti nel 2006, con il rilascio di giugno e la sua prima "LTS" o "Lungo Termine di Supporto" oltre anche ad una versione «Server Edition».
- 2007 - Ubuntu 7.04 («Feisty Fawn») è stata rilasciata ad aprile. Prima versione usata per il server di rete di questo progetto.
- 2008 - Viene rilasciata ad aprile la seconda edizione LTS, Ubuntu 8.04 («Hardy

Heron»).

- 2009 - Il 23 aprile è stata la data scelta per il rilascio dell'edizione Ubuntu 9.04 («Jaunty Jackalope»). Versione attuale presente sul server di rete del progetto.

## **Applicazioni**

Ubuntu include un'ampia serie di applicazioni per desktop e server. Quando installate Ubuntu avete a disposizione software per la maggior parte delle necessità, da complessi programmi di calcolo a programmi per presentazioni e gestione di database.

Ubuntu è un sistema operativo completo di applicazioni per desktop. Include tutto ciò di cui si ha bisogno per raggiungere un buon livello di base, e diventare esperti nell'uso del computer sia in ambito personale che professionale. Ubuntu è un'ottima piattaforma per l'insegnamento, non c'è limite alla quantità di informazioni che gli studenti possono apprendere con il suo software.

Dopo l'installazione di Ubuntu, avete a disposizione software aziendali di elaborazione testi per creare lettere e documenti, fogli elettronici per effettuare calcoli e analisi e programmi di presentazione che vi consentono di trasmettere chiaramente le vostre relazioni nelle riunioni aziendali. Questo software, chiamato OpenOffice (Vedi Appendici), è compatibile con Microsoft Office, così potete facilmente scambiare documenti con amici e colleghi che usano Windows e Microsoft Office.

Ubuntu include anche un browser di prima categoria Firefox (Vedi Appendici) veloce e sicuro, con molte caratteristiche per migliorare la vostra navigazione sul web. Ad esempio, il tabbed browsing vi consente l'apertura di numerose pagine nella stessa finestra e di spostarvi velocemente tra esse, il popup blocking vi permette di scegliere quali siti hanno l'autorizzazione di creare nuove finestre popup e pubblicitarie. Ubuntu ha un'eccellente applicazione per la gestione della posta elettronica e degli appuntamenti (Evolution), punto di riferimento nella gestione e organizzazione della posta.

## **Ubuntu per i server internet**

Nell'installazione di Ubuntu si ritrova software specializzato per la gestione di database, server web, email, dns, proxy e condivisione file. Ubuntu include anche Samba per la condivisione file in reti Windows, server FTP per grandi siti e NTP per servizi di sincronizzazione del tempo. Ubuntu può essere installato in una configurazione minima ottimizzata per l'utilizzo come file server che non verrà utilizzata come postazione desktop. L'archivio completo del software per Ubuntu è enorme. Circa 1.000 pacchetti sono installati automaticamente su circa 1.300 pacchetti completamente supportati. In più, ci sono oltre

16.000 pacchetti disponibili immediatamente, e altro software è fornito da terze parti.

## **Ubuntu Server**

Basata su Debian, conosciuta per la robustezza come sistema server, l'edizione Server di Ubuntu porta in eredità ottime prestazioni e una evoluzione predittiva. La prima versione di Ubuntu ad avere una edizione server separata è stata la 5.10, rilasciata nell'ottobre del 2005.

Dalla versione 8.04 LTS, «Ubuntu Server Edition» aggiunge supporto per molte configurazioni tipiche, portando la semplicità che ha reso famosa Ubuntu come ambiente desktop anche nell'ambito dei server. La nuova «Ubuntu Server Edition» fornisce un'ottima piattaforma per sviluppare server con i maggiori servizi internet: mail, web, DNS, server di file o database.

Un aspetto chiave, portato in eredità da Debian, è la sicurezza. Il server Ubuntu, dopo l'installazione, non presenta alcuna porta aperta verso l'esterno e contiene solamente il software necessario a un server sicuro.

Alcune novità introdotte nell'ultima versione sono:

- tempo di avvio migliorato
- Linux kernel 2.6.28
- supporto al filesystem Ext4
- cloud computing tramite Eucalyptus
- migliore supporto KVM
- supporto Microsoft Exchange
- supporto per installazioni OEM

LAMP in modo semplice (Linux, Apache, MySQL e PHP)

In soli 15 minuti, il tempo richiesto per il completamento di una installazione della Server Edition, è possibile avere un server LAMP funzionante. Questa caratteristica, disponibile solamente per la Server Edition, è selezionabile in fase di installazione.

In questo modo si semplifica il lavoro di installazione e integrazione di ogni singolo componente del server LAMP, un processo che può richiedere ore e competenza nella configurazione di ogni singola applicazione. I benefici sono una maggiore sicurezza, un tempo di installazione ridotto, un ridotto rischio di mal configurare il server, semplicità negli aggiornamenti. Il tutto risulta in un minor costo di gestione.

## **Le novità di Ubuntu Server 9.04**

Il rilascio di Ubuntu 9.04 riguarda tutti i prodotti di Canonical, e quindi anche la versione della distribuzione per il mondo dei Server. Ubuntu 9.04 Server Edition ovviamente è allineata alle caratteristiche di Ubuntu 9.04 Desktop, e ha pertanto in comune la stessa

versione di kernel, di librerie di sistema e di pacchetti di amministrazione.

Oltre a questo però, come è ovvio che sia, Ubuntu 9.04 Server presenta dei pacchetti e delle funzionalità proprie pensate prettamente per il mondo Business, Data Center e dei Service Provider. C'è da dire come prima cosa che questo rilascio non è un Long Term Support (LTS), e quindi ad oggi chi vorrà avere la garanzia di un supporto più duraturo dovrà utilizzare ancora Ubuntu 8.04 Server Edition.

Le funzionalità più importanti riguardano il kernel Linux, l'HyperVisor KVM e il Mail Server.

Il kernel Linux presente sulla distribuzione server ha un gestore della memoria ottimizzato, soprattutto per quanto riguarda l'utilizzo della memoria virtuale, e lo "swap-out e swap-in" su disco rigido. Questo consente al server di gestire le situazioni di sovraccarico senza rallentare di molto le prestazioni dei "servizi offerti". A questo si aggiunge l'utilizzo di un filesystem ext4 che consente operazioni di lettura e scrittura molto più veloci dell'attuale ext3.

Con questa versione di Ubuntu 9.04 Server si è lavorato molto anche all'integrazione del Kernel-Based Virtual Machine (KVM) che fa uso delle tecnologie di virtualizzazione proprietarie Intel VT e AMD-V usate sulle architetture x86. Utilizzando i moduli del kernel kvm.ko, kvm-intel.ko e kvm-amd.ko è possibile avviare una o più istanze di immagini virtuali Linux o Windows.

Come mail server presenti in Ubuntu 9.04 ci sono Dovecot-Postfix. La caratteristica offerta da Canonical consiste nell'aver messo su un sistema di installazione veloce, che con pochissimi comandi installa i due server POP3 e SMTP e tutti i componenti necessari.

Oltre a questo Ubuntu 9.04 Server Edition include anche un supporto sperimentale al sistema di cloud computing open source Eucalyptus. Si tratta solo di una versione sperimentale, e quella stabile potrebbe essere inclusa solo a partire dalla prossima versione Ubuntu Server 9.10.

## **Ubuntu e Debian**

Ubuntu e Debian sono strettamente connessi. Ubuntu è costruito sulle fondamenta dell'architettura e dell'infrastruttura di Debian, su differenti comunità e processi di rilascio. Debian è "la roccia sulla quale è costruita Ubuntu". Debian è un progetto volontario di sviluppo di una distribuzione GNU/Linux. Debian nasce più di dieci anni fa ed è cresciuta fino a coinvolgere oltre 1000 membri con lo status di sviluppatori ufficiali, e numerosi altri volontari e collaboratori. La sua espansione è arrivata a circa 17.000 pacchetti di software e documentazione Free e Open Source.

La storia di Debian, la sua costruzione e posizionamento ne fanno un'ottima distribuzione sotto certi punti di vista. Debian gode di una meritata reputazione per la gestione integrata dei pacchetti e per l'accesso ad una lunga lista di applicativi di software libero. Di conseguenza, Debian è cresciuta fino a divenire una delle distribuzioni Linux su più vasta scala.

In quanto organizzazione volontaria, Debian ha storicamente sofferto sul fronte del rilascio tempestivo delle edizioni di aggiornamento nonché sulla prevedibilità stessa delle release. Nei recenti anni, le edizioni stabili di Debian sono state poche e diluite nel tempo. Inoltre, per le versioni "unreleased" Debian non fornisce gli aggiornamenti di sicurezza individuali per i pacchetti in rapida evoluzione, ma li incorpora nel lavoro di sviluppo. Seppure possano risultare non molto importanti per numerosi utenti Debian, questi difetti hanno scoraggiato un gran numero di potenziali utilizzatori. Debian è comunque la distribuzione che più di ogni altra dispone di versioni per un gran numero di diverse architetture, e consente l'assemblaggio di quasi tutte le combinazioni di componenti free software.

Il team di Ubuntu si augura di risolvere alcuni di questi problemi e di portare ulteriori utenti verso il "sistema" Debian.

Debian e Ubuntu sono fondati sulla stessa filosofia del software libero. Entrambi i gruppi sono esplicitamente impegnati alla costruzione di un sistema operativo di software libero.

Le differenze fra i gruppi si trovano nella gestione delle applicazioni non-software (documentazione, fonts e firmware binario) e del software non-free. Debian distribuisce una piccola quantità di software non-free dai suoi server. Ubuntu distribuirà anche i drivers binari nella componente "restricted" sui propri server Internet, ma non distribuirà nessun'altra applicazione software che non soddisfa le Ubuntu Licensing Guidelines.

#### **2.4.2 - Software html**

L'HyperText Markup Language (HTML) (traduzione letterale: linguaggio di marcatura per ipertesti) è un linguaggio usato per descrivere la struttura dei documenti ipertestuali disponibili nel World Wide Web ossia su Internet. Tutti i siti web sono scritti in HTML, codice che viene letto ed elaborato dal browser, il quale genera la pagina che viene visualizzata sullo schermo del computer.

L'HTML non è un linguaggio di programmazione, ma un linguaggio di markup, ossia descrive il contenuto, testuale e non, di una pagina web. Punto HTML (.html) o punto HTM (.htm) è anche l'estensione comune dei documenti HTML (Wiki-4).

### **2.4.2.1 – Apache2 (<http://httpd.apache.org/>)**

Apache HTTP Server, o più comunemente Apache, è il nome dato alla piattaforma server Web modulare più diffusa, in grado di operare da sistemi operativi UNIX-Linux e Microsoft. Apache è un software che realizza le funzioni di trasporto delle informazioni, di internetwork e di collegamento, ha il vantaggio di offrire anche funzioni di controllo per la sicurezza come quelli che compie il proxy (Wiki-5). Il Web Server apache presenta un'architettura modulare, quindi ad ogni richiesta del client, vengono svolte funzioni specifiche da ogni modulo di cui è composto, come unità indipendenti. Ciascun modulo si occupa di una funzionalità, ed il controllo è gestito dal core.

I moduli:

- Core: programma principale composto da un ciclo sequenziale di chiamate ai moduli.
- Translation: traduce la richiesta del client
- Acces Control: controlla eventuali richieste dannose
- MIME Type: verifica il tipo di contenuto
- Response: invia la risposta al client e attiva eventuali procedure
- Logging: tiene traccia di tutto ciò che è stato fatto

Il core suddivide la richiesta ai vari moduli in modo sequenziale, usando i parametri di uscita di un modulo come parametri di accesso per l'altro, creando così l'illusione di una comunicazione orizzontale fra i moduli (Pipeline software). Sopra il ciclo del core c'è un ulteriore ciclo di polling svolto da un Demone (informatica) che interroga continuamente le linee logiche da cui possono pervenire messaggi di richiesta. Gli amministratori del server possono usare il file `httpd.conf`, che su sistemi unix solitamente è messo sotto `/etc/httpd/conf`, mentre su sistemi windows è situato nella subdirectory `conf` della directory di installazione di apache. Questo file offre tutta la libertà che offre il server, quindi aggiungere moduli, estensioni, nuovi mime-type e altro ancora.

Il file `.htaccess` permette una ulteriore personalizzazione del webserver a livello di directory. È utilizzato in particolar modo nell'hosting condiviso, per modificare le impostazioni standard fornite dal server stesso (Wiki-5).

### **2.4.2.2 – PHP5 (<http://php.net/>)**

“A language that doesn't have everything is actually easier to program in than some that do.” - Dennis M. Ritchie

PHP (acronimo ricorsivo di PHP Hypertext Preprocessor, preprocessore di ipertesti) è un linguaggio di scripting interpretato, con licenza open source e parzialmente libera (ma incompatibile con la GPL), originariamente concepito per la realizzazione di pagine web dinamiche. Attualmente è utilizzato principalmente per sviluppare applicazioni web lato server ma può essere usato anche per scrivere script a linea di comando o applicazioni standalone con interfaccia grafica. Un esempio di software scritto in php è MediaWiki, su cui si basano progetti wiki come Wikipedia e Wikizionario.

Nato nel 1994 ad opera del danese Rasmus Lerdorf, PHP era in origine una raccolta di script CGI che permettevano una facile gestione delle pagine personali. Il significato originario dell'acronimo era Personal Home Page. Il pacchetto originario venne in seguito esteso e riscritto dallo stesso Lerdorf in C, aggiungendo funzionalità quali il supporto al database mSQL e prese a chiamarsi PHP/FI, dove FI sta per Form Interpreter (interprete di form), prevedendo la possibilità di integrare il codice PHP nel codice HTML in modo da semplificare la realizzazione di pagine dinamiche. La popolarità del linguaggio PHP è in costante crescita grazie alla sua flessibilità: nel Giugno 2001, ha superato il milione di siti che lo utilizzano. Nell'ottobre 2002, più del 45% dei server Apache usavano PHP. Nel gennaio 2005 è stato insignito del titolo di "Programming Language of 2004" dal TIOBE Programming Community Index, classifica che valuta la popolarità dei linguaggi di programmazione sulla base di informazioni raccolte dai motori di ricerca (Wiki-6).

Nel 2005 la configurazione LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP) supera il 50% del totale dei server sulla rete mondiale. Configurazione presente sul server di rete del progetto di dottorato.

### **Caratteristiche**

PHP riprende per molti versi la sintassi del C, come peraltro fanno molti linguaggi moderni, e del Perl. È un linguaggio a tipizzazione debole e dalla versione 5 migliora il supporto al paradigma di programmazione ad oggetti. Certi costrutti derivati dal C, come gli operatori fra bit e la gestione di stringhe come array, permettono in alcuni casi di agire a basso livello; tuttavia è fondamentalmente un linguaggio di alto livello, caratteristica questa rafforzata dall'esistenza delle sue moltissime API, oltre 3000 funzioni del nucleo base. PHP è in grado di interfacciarsi a innumerevoli database tra cui MySQL, PostgreSQL, Oracle, Firebird, IBM DB2, Microsoft SQL Server, solo per citarne alcuni, e supporta numerose tecnologie, come XML, SOAP, IMAP, FTP, CORBA. Si integra anche con altri linguaggi/piattaforme quali Java e .NET e si può dire che esista un wrapper per ogni libreria esistente, come CURL, GD, Gettext, GMP, Ming, OpenSSL ed altro.

Fornisce un'API specifica per interagire con Apache, nonostante funzioni naturalmente con numerosi server web. È anche ottimamente integrato con il database MySQL, per il quale possiede più di una API. Per questo motivo esiste un'enorme quantità di script e librerie in PHP, disponibili liberamente su Internet. La versione 5, comunque, integra al suo interno un piccolo database embedded, SQLite.

Dispone di un archivio chiamato PEAR che mette a disposizione un framework di librerie riusabili per lo sviluppo di applicazioni PHP e di PECL che raccoglie tutte le estensioni conosciute scritte in C.

### **Sicurezza**

La percentuale di software non sicuro scritto in PHP, sul totale di tutte le falle nei software elencate dal Common Vulnerabilities and Exposures, ammontava al: 12% nel 2003, 20% nel 2004, 28% nel 2005, 43% nel 2006, 36% nel 2007 e 33,8% nel primo trimestre del 2008. La maggior parte di questi punti vulnerabili possono essere sfruttati tramite remoto, ovvero senza accedere al computer che ospita l'applicazione vulnerabile. Le falle più comuni sono dovute al mancato adempimento delle best practice nella programmazione e da vulnerabilità presenti in codice scritto in versioni vecchie di PHP.

#### **2.4.2.3 – *mySQL* (<http://www.mysql.it/>)**

MySQL è un database management system (DBMS) relazionale, composto da un client con interfaccia a caratteri e un server, entrambi disponibili sia per sistemi Unix come GNU/Linux che per Windows, anche se prevale un suo utilizzo in ambito Unix.

Dal 1996 supporta la maggior parte della sintassi SQL e si prevede in futuro il pieno rispetto dello standard ANSI. Possiede delle interfacce per diversi linguaggi, compreso un driver ODBC, due driver Java e un driver per Mono e .NET. Il codice di MySQL viene sviluppato fin dal 1979 dalla ditta TcX ataconsult, adesso MySQL AB, ma è solo dal 1996 che viene distribuita una versione che supporta SQL, prendendo spunto da un altro prodotto: mSQL.

Il codice di MySQL è di proprietà della omonima società, viene però distribuito con la licenza GNU GPL oltre che con una licenza commerciale. Fino alla versione 4.0, una buona parte del codice del client era licenziato con la GNU LGPL e poteva dunque essere utilizzato per applicazioni commerciali. Dalla versione 4.1 in poi, anche il codice dei client è distribuito sotto GNU GPL. Esiste peraltro una clausola estensiva che consente l'utilizzo di MySQL con una vasta gamma di licenze libere.

MySQL svolge il compito di DBMS nella piattaforma LAMP, una delle più usate e installate su

Internet per lo sviluppo di siti e applicazioni web dinamiche.

Nel luglio 2007 la società svedese MySQL AB ha 385 dipendenti in 265 paesi. I suoi principali introiti provengono dal supporto agli utilizzatori di MySQL tramite il pacchetto Enterprise, dalla vendita delle licenze commerciali e dall'utilizzo da parte di terzi del marchio MySQL. Il 16 gennaio 2008 Sun Microsystems ha acquistato la società per un miliardo di dollari,[1] stimando il mercato del database in 15 miliardi di dollari. Il 20 aprile 2009 la stessa Sun Microsystems è stata acquistata da Oracle per 7,4 miliardi di dollari. Il software MediaWiki, che gestisce i siti del progetto Wikipedia, è basato su database MySQL (Wiki-7).

### **Amministrazione**

Esistono diversi tipi di MySQL Manager, ovvero di strumenti per l'amministrazione di MySQL. Uno dei programmi più popolari per amministrare i database MySQL è phpMyAdmin (richiede un server web come Apache HTTP Server ed il supporto del linguaggio PHP). Si può utilizzare facilmente tramite un qualsiasi browser.

Alcune offerte di terze parti sono HeidiSQL o SQLYog. In alternativa la stessa MySQL AB offre programmi quali MySQL Administrator (amministrazione del database, degli utenti, operazioni pianificate, carico del server) e MySQL Query Browser (esecuzione di svariati tipi di query), MySQL Migration Toolkit per importare da altri DBMS.

Per il disegno e la modellazione di database MySQL esiste MySQL Workbench: integra il disegno, la modellazione, la creazione e l'aggiornamento di database in un unico ambiente di lavoro.

In passato veniva sviluppato anche MySQLcc (MySQL control center), sostituito da MySQL Query Browser.

### **Sviluppo**

Fino a qualche anno fa lo sviluppo del programma era opera soprattutto dei suoi sviluppatori iniziali: David Axmark, Allan Larsson e Michael Widenius. Quest'ultimo era il principale autore del codice - oltre che principale socio della società - e tuttora coordina il progetto, tra l'altro vagliando i contributi che pervengono dai volontari. I contributi vengono accettati a condizione che il loro autore condivida i diritti d'autore con la società. Da luglio 2007 la società impiega un centinaio di sviluppatori a tempo pieno.

### **Compatibilità**

MySQL, essendo scritto in linguaggio C e C++, è disponibile su molti differenti sistemi operativi tra cui AIX, AmigaOS, BSDi, Digital Unix, FreeBSD, HP-UX, GNU/Linux, Mac OS X, NetBSD, Novell NetWare, OpenBSD, OS/2 Warp, SGI IRIX, Solaris, SunOS,

SCO OpenServer, SCO UnixWare, SGI Irix, Tru64, Windows 95, Windows 98, Windows NT, Windows 2000, Windows XP, Windows 2003, Windows Vista.

Le piattaforme di riferimento sono Linux e Solaris. La documentazione di MySQL offre comunque un aiuto per chi avesse bisogno di provare a compilare il software su qualsiasi sistema operativo discretamente diffuso.

MySQL utilizza anche i tool automake, autoconf e libtools per aumentare la compatibilità.

Le tabelle di tipo BDB funzioneranno solo sui seguenti sistemi operativi: GNU/Linux 2.x Intel, Solaris (SPARC and x86), FreeBSD 4.x/5.x (x86, sparc64), AIX 4.3.x, SCO OpenServer, SCO UnixWare 7.1.x

Sono disponibili dei driver per i linguaggi C, C++, Eiffel, Java, Perl, PHP, Python, Ruby, Tcl e per le piattaforme Mono e .Net.

Infine, il linguaggio SQL di MySQL comprende numerose estensioni che sono tipiche di altri DBMS, quali PostgreSQL, Oracle e Sybase. In questo modo le query non standard scritte per altri DBMS in alcuni casi funzioneranno senza problemi.

Storage Engine ufficiali

I tipi di tabella predefiniti sono:

- MyISAM
- InnoDB (transazionale, sviluppata da InnoDB Oy, società ora comprata da Oracle)
- Memory (una volta si chiamava Heap)
- Merge
- NDB, o ClusterDB (introdotta nella 5.0)
- CSV (introdotta nella 5.1)
- Federated (introdotta nella 5.0)
- Archive (introdotta nella 5.0)
- Blackhole (introdotta nella 5.0)
- Falcon (transazionale, è ancora in sviluppo)
- Maria (un "MyIsam a prova di crash"; è ancora in sviluppo)

**2.4.2.4 – nvu o KompoZer (<http://www.sanavia.it/nvuitalia/> o <http://kompozer.net/>)**

NVU è un editor WYSIWYG open source, progettato per creare e gestire siti Web,

anche per chi è privo di conoscenze tecniche, pieno supporto degli standard CSS, XML, JavaScript.

Completo di tutte le funzionalità, nasce come alternativa open source a Dreamweaver, con lo scopo di risultare l'editor di più semplice utilizzo. Deriva dai vecchi composer di Mozilla, con l'aggiunta di una nuova interfaccia e di alcune funzionalità supplementari.

In NVU sono presenti tutte le caratteristiche proprie dei principali editor WYSIWYG commerciali. Dalla toolbar che contiene codice di formattazione, agli strumenti di creazione guidata di tabelle, frame e template. Le immagini, le textarea, i box possono essere aggiunti al documento con un semplice click.

L'interfaccia è ben curata, le icone leggibili e il testo dei vari menu sullo stile della piattaforma Windows. Il software contiene anche un semplice editor CSS interno ed un client FTP, utile per inviare ai server Web i file creati. Può funzionare anche da browser ed editare le pagine incontrate nella navigazione.

La navigazione tra documenti può essere effettuata anche attraverso il sistema di tabs in modo da aprire nella medesima finestra diversi documenti di lavoro.

Nvu, come abbiamo già detto è open source, chiunque può prelevare e installarlo senza costi, compreso il codice sorgente per effettuare modifiche specifiche.

Lo sviluppo dell'editor è fermo alla versione 1.0 Release candidate dato che il principale progettista, Daniel Glazman, ha abbandonato il suo sviluppo. Altri programmatori stanno aggiornando l'editor che è stato rinominato col nome di KompoZer.

KompoZer è il proseguimento di Nvu dato che quest'ultimo è stato abbandonato da Daniel Glazman. KompoZer è rilasciato sotto le licenze libere MPL/GPL/LGPL. Il programma si prefigge di continuare la strada intrapresa da Nvu correggendone gli errori e migliorandone le funzionalità (Wiki-8). Nvu è sviluppato principalmente per Linux e per le altre distribuzioni Linux, ma la sua architettura multi-piattaforma lo rende disponibile anche per altri sistemi operativi Unix, Windows e Macintosh.

Nvu si basa su Gecko, il motore di layout contenuto dentro Mozilla; è un motore super-veloce, molto affidabile, aderente agli standard del web e gestito da una vasta comunità di sviluppatori. Il suo riconosciuto supporto di XML, CSS e JavaScript permette di sviluppare la miglior piattaforma per la creazione siti web sul mercato. La sua architettura basata su XUL, rende Nvu lo strumento di progettazione con le maggiori possibilità di estensione.

Pur facendo parte della suite Mozilla, Nvu è uno strumento a sé stante, esattamente come Mozilla Firefox e Mozilla Thunderbird, rispettivamente il nuovo browser e il nuovo gestore di

posta elettronica di Mozilla.org. Questo significa Nvu funziona sia come singolo programma, che all'interno della Mozilla Suite. Dalla sua indipendenza dagli altri programmi dipendono le sue piccole dimensioni e l'alta velocità.

Con Nvu è possibile sfogliare comodamente i propri siti nella barra laterale. È possibile scegliere di volta in volta tra vista ad albero, vista sul modello di Gestione Risorse o ancora una cartella alla volta. E' anche possibile scegliere quali file mostrare, in base alla loro estensione. L'area di consultazione consente anche la visualizzazione di dimensione e data di ultima modifica per ogni file.

In un prossimo futuro, sarà possibile una gestione completa dei file, compresa la loro rimozione, la creazione di nuove cartelle e la rimozione di cartelle esistenti.

L'innovativa interfaccia basata su XUL permette di modificare facilmente i moduli e i singoli elementi all'interno di essi.

Nvu è solo all'inizio, ma già contiene alcune funzioni per produrre un codice pulito. La prima di queste è quella per eliminare gran parte di questi fastidiosi <br> che noi siamo abituati a vedere in Composer. Combinato con l'abilità di utilizzare un validatore W3C HTML dall'interno di Nvu - ed in futuro anche un validatore W3C CSS - ciò metterà in grado di creare documenti validi e puliti. E per essere sicuri di ciò, noi integreremo un vero ottimizzatore markup in Nvu in un prossimo futuro.

Quando si crea un nuovo collegamento ad una risorsa esterna, o quando si modifica un collegamento esistente, è possibile ora aggiungere le informazioni di XHTML Friends Network per indicare se il proprietario di quella risorsa è qualcuno che si conosce e di cui ci si fida. In questo modo si rendono visibili reti sociali che aggiungono valore e maggiori possibilità di selezione alle informazioni pubblicate.

### **2.4.3 – Software GIS OS**

Per quanto all'utente un GIS può apparire come un unico programma di calcolo, in realtà esso è tipicamente suddiviso in un certo numero di componenti, o elementi, con funzioni diverse. Nella maggior parte dei GIS si possono comunemente individuare le seguenti componenti essenziali:

1) Un database spaziale e degli attributi.

E' costituito da un'insieme di carte e di informazioni associate, in forma digitale. Dal momento che nel database sono contenuti oggetti, o elementi, della superficie terrestre, è possibile distinguere un database spaziale che descrive la geografia (forma e posizione) degli

oggetti, ed un database degli attributi, che descrive le caratteristiche, o qualità, degli stessi oggetti. Così, ad esempio, è possibile avere il perimetro di una porzione di superficie poligonale definito nel database spaziale mediante le coordinate dei vertici e alcune sue caratteristiche, come la litologia, il tipo di suolo, la pendenza media, contenute nel database degli attributi.

#### 2) Un sistema di visualizzazione

Contiene quelle componenti che permettono la visualizzazione di elementi del database per produrre carte sia sullo schermo che su supporto cartaceo tramite una stampante o un plotter. Generalmente un GIS non produce rappresentazioni sofisticate, delegando ad altri sistemi specificamente dedicati la produzione di elaborati di alta qualità.

#### 3) Un sistema di digitalizzazione

E' costituito da un programma per convertire dati cartografici esistenti su supporto cartaceo in forma digitale e quindi passibili di elaborazione tramite il GIS. La digitalizzazione viene effettuata comunemente mediante una tavola grafica (o digitalizzatore) o direttamente da schermo su immagini acquisite tramite scanner.

#### 4) Un sistema di analisi geografica

Caratteristica fondamentale di un GIS, che lo distingue dai tradizionali Sistemi di Gestione delle Basi di Dati (DBMS, Data Base Management System), è la capacità di confrontare differenti entità in base alla loro topologia. Si immagini ad esempio che di un determinato territorio siano disponibili due elaborati digitalizzati, rappresentanti il primo la distribuzione dei vari tipi vegetali, il secondo la distribuzione delle varie litologie. I due tematismi, vegetazione e litologia, non presentano ovviamente la stessa topologia; in altre parole gli appezzamenti con i diversi tipi di vegetazione hanno forma e distribuzione diversa dalle porzioni di territorio occupate dai diversi tipi litologici. Con un GIS è possibile individuare quelle aree in cui un particolare tipo vegetale risulta associato ad una particolare litologia.

Questo tipo di operazione, molto usato nei GIS, è definito sovrapposizione (overlay), in quanto equivale all'operazione manuale di sovrapposizione di carte trasparenti contenenti tematismi diversi. E' un'operazione non effettuabile con i comuni DBMS per la mancanza delle informazioni topologiche degli oggetti analizzati.

#### **2.4.3.1 – Quantum GIS (QGIS) (<http://www.qgis.org/>)**

Quantum GIS è un'applicazione desktop GIS Geographic(al) Information System. Open Source molto simile nell'interfaccia utente e nelle funzioni alle release di pacchetti GIS

commerciali equivalenti. Quantum GIS è mantenuto continuamente da un attivo gruppo di sviluppatori volontari che emettono con regolarità aggiornamenti e correzioni. Al momento Quantum GIS ha una interfaccia tradotta in 14 lingue ed è usato nella scuola e in ambiente professionale (Wiki-9).

Il software viene rilasciato come multiplatforma e dal sito possono essere scaricate le compilazioni per Mac OS X, Linux, UNIX, e Microsoft Windows. Le performances sembrano essere migliori su macchine non Windows. I vantaggi per gli utenti Windows e Macintosh rispetto al più noto GRASS GIS è di non dover installare l'emulatore X Window X11, girando Quantum GIS nativamente sulle piattaforme non-linux e non-unix, e di avere una interfaccia utente più semplice e intuitiva, nonostante Quantum non disponga del set esteso di funzioni tipico di GRASS.

Paragonato ad altri Desktop GIS della stessa classe, Quantum GIS è un software di minore dimensione e mediamente a parità di operazioni non necessita della stessa quantità di RAM.

Essendo distribuito come pacchetto Open Source, il codice sorgente di Quantum GIS è liberamente messo a disposizione dagli sviluppatori e può essere scaricato e modificato. Questo permette la sua riprogrammazione per rispondere a specifiche esigenze. Per aumentare le funzionalità e la compatibilità possono altresì essere compilati dei Plug-In, piccole estensioni caricate al momento del lancio del programma (Wiki-9).

Quantum GIS permette di far confluire dati provenienti da diverse fonti (vedi Formati) in un unico progetto di analisi territoriale. I dati, divisi in Layers, possono essere analizzati e da essi viene creata l'immagine mappa con il graficismo che può essere personalizzato dall'utente e eventualmente rispondere alle analisi tipiche del GIS - gradazione di colori, sfumatura di colore, valore unico. La mappa può essere arricchita da icone e da etichette dipendenti dagli attributi degli elementi cartografici. Un sistema di scripting può essere invocato per gestire operazioni ripetitive sui dati. Se installato il supporto GRASS, i Tools di GRASS sono richiamabili da Quantum GIS per essere applicati sui dati del progetto. I dati possono essere riproiettati dinamicamente.

Quantum GIS richiede l'installazione di pacchetti aggiuntivi:

- SQLite per registrare il database delle proiezioni e gestire i segnalibri spaziali;
- PostgreSQL (opzionale) abilita il collegamento a PostGIS;
- GEOS per le operazioni di indicizzazione spaziale e di overlay;

- GRASS (opzionale) per il pannello di richiamo dei tools GRASS:
- Proj4 per la gestione dei sistemi di coordinate di riferimento;
- GDAL/OGR fornisce il supporto per i formati raster e vettoriali

### **Libreria OS GDAL e OGR**

La Geospatial Data Abstraction Library o GDAL è una libreria Open Source per leggere e scrivere numerosi formati di dati geografici, rilasciata dalla Open Source Geospatial Foundation sotto la licenza X/MIT. GDAL presenta un modello di dati astratto comune attraverso il quale le applicazioni possono accedere a tutti i formati di dati geografici raster supportati. Insieme alla libreria vera e propria GDAL è accompagnata da numerose applicazioni a linee di comando che permettono di eseguire traduzioni di formato e semplici processamenti di dati geografici.

All'interno del codice sorgente di GDAL è presente la libreria OGR che offre simili funzionalità per i formati di dati geografici vettoriali.

L'autore principale di GDAL è stato Frank Warmerdam fino alla release 1.3.2 quando la manutenzione della libreria è stata formalmente passata al GDAL/OGR Project Management Committee sotto la direzione della Open Source Geospatial Foundation.

GDAL/OGR è considerato uno dei principali progetti software sia dalla comunità GIS Open Source che dalle aziende commerciali del settore a causa dell'uso molto diffuso e dell'ampio insieme di funzionalità che offre.

I programmi software che usano la libreria GDAL/OGR per l'accesso ai dati geografici sono molto numerosi e comprendono la quasi totalità del software GIS Open Source e anche numerosi programmi commerciali poiché la licenza X/MIT non pone alcuna restrizione sull'uso commerciale. Alcuni esempi sono:

- Open Source
  - MapServer
  - GRASS GIS
  - Quantum GIS
- Commerciali
  - Google Earth
  - ESRI ArcGIS

### **Formati supportati**

Vettoriali: ESRI ArcInfo Binary Coverage, ESRI Shapefile, default salvataggio vettoriali,

MapInfo .TAB e MIF/MID, GRASS Vector.

Raster: TIFF/GeoTIFF, GRASS Raster, ArcInfo ASCII o Binary grid, ERDAS Imagine, ERMapper ECW, USGS DEM (SDTS e ASCII), JPEG/Jpeg 2000.

DBRMS con estensione spaziale: PostgreSQL PostGIS

### **Caratteristiche principali**

Le caratteristiche principali sono elencate qui sotto.

- ✓ Il supporto per tabelle spazialmente abilitate di PostgreSQL tramite PostGIS
- ✓ Il supporto per gli shapefiles ESRI ed altri formati vettoriali supportati dalla libreria OGR, compresi files MapInfo
- ✓ L'integrazione a GRASS, compresi la visualizzazione, pubblicazione ed analisi
- ✓ Riproiezioni al volo di livelli vettoriali
- ✓ Creatore di mappa
- ✓ Identificazione delle caratteristiche
- ✓ Visualizzazione della tabella degli attributi
- ✓ Selezione delle caratteristiche
- ✓ Identificazione delle caratteristiche
- ✓ Selezioni persistenti
- ✓ Salvataggio e ripristino dei progetti
- ✓ Supporto per formati raster supportate dalla libreria GDAL
- ✓ Cambio della simbologia di vettoriale (singolo, graduato, valore unico e continuo)
- ✓ Simbologia dei markers SVG (singolo, valore unico e graduato)
- ✓ Visualizzare i dati raster quali modelli digitali di altezza, ortofoto o le immagini fornite dal Landsat
- ✓ Cambiamenti nella simbologia raster (gradazione di grigio, pseudocolore e RGB a più bande)
- ✓ Esportazione dei file della mappa a file .map di Mapserver
- ✓ Supporto alla digitalizzazione
- ✓ Panoramica di mappa
- ✓ Plugins

## **Esplorazione dati e creazione di mappa**

Possono essere composte mappe e esplorati interattivamente dati spaziali con un'interfaccia grafica user-friendly. I molti strumenti utili disponibili nell'interfaccia grafico includono:

- ✗ proiezione al volo
- ✗ compositore di mappa
- ✗ pannello vista panoramica
- ✗ segnalibri geospaziali (Tag)
- ✗ identifica/seleziona elementi
- ✗ modifica/vedi/cerca attributi
- ✗ etichetta elementi
- ✗ cambio simbologia raster/vettoriale
- ✗ aggiunta reticolato su un nuovo layer
- ✗ decorazione della la mappa con una freccia del nord, una barra di scala e un'etichetta di copyright
- ✗ salva e ricarica progetti

## **Creazione, modifica, gestione ed esportazione di dati**

Possono essere creati, modificati, gestiti ed esportati dati vettoriali in molteplici formati. I dati raster devono essere importati in GRASS per poter essere editati ed esportati in altri formati. QGIS offre le seguenti funzioni:

- strumenti per digitalizzare formati supportati da OGR e layer vettoriali GRASS
- creazione e modifica di shapefiles e layer vettoriali GRASS
- georeferenziazione di immagini con l'apposito plugin
- strumenti GPS per l'importazione ed esportazione del formato GPX, e conversione di altri formati GPS al formato GPX o down/upload dei dati direttamente ad unità GPS
- creazione di layers PostGIS da shapefiles con il plugin SPIT
- gestione di tabelle degli attributi di dati vettoriali con il plugin gestione tabelle

## **Analisi di dati**

Possono essere eseguite analisi spaziali di dati PostgreSQL/PostGIS e di altri formati supportati da OGR per mezzo del plugin python ftools. QGIS offre attualmente strumenti per l'analisi, il campionamento, il geoprocessing, la gestione delle geometrie e del database di dati vettoriali. Possono inoltre essere usati gli strumenti GRASS integrati, che includono

l'intera gamma delle funzioni di GRASS di oltre 300 moduli (Si veda la Sezione 9).

### **Pubblicazione di mappe su internet**

QGIS può essere usato per esportare dati in un mapfile che può essere pubblicato su internet mediante un webserver sul quale sia installato UMN MapServer. QGIS può anche essere impiegato come client WMS or WFS, e come server WMS.

### **Estensione delle funzioni di QGIS per mezzo di plugins**

QGIS può essere adattato a particolari esigenze grazie all'architettura estensibile per mezzo di plugin.

QGIS fornisce le librerie che possono essere usate per creare i plugins. Possono addirittura essere creati nuovi programmi in C++ or Python!

Plugin inclusi nel software:

- Aggiunta layer WFS
- Aggiunta layer a partire da testo delimitato
- Cattura coordinate
- Decorazioni (Etichetta Copyright, Freccia Nord e Barra di Scala)
- Georeferenziatore
- Convertitore Dxf2Shp
- Strumenti GPS
- Integrazione con GRASS
- Generatore di reticolo
- Plugin per interpolazione
- Conversione tra layer supportati da OGR
- Stampa rapida
- Interfaccia di importazione di shapefile verso PostgreSQL/PostGIS (SPIT)
- Esportazione verso Mapserver
- Console Python
- Installatore plugins Python

### **Plugins in Python**

QGIS offre un numero crescente di plugin esterni in Python forniti dalla comunità. Questi plugin sono ospitati sul repository ufficiale PyQGIS, e possono essere facilmente installati usando il gestore di plugins python.

### **2.4.3.2 – G.R.A.S.S. (<http://grass.itc.it/>)**

GRASS è l'acronimo di Geographic Resources Analysis Support System. GRASS è un Geographical Information System (GIS) software libero, rilasciato sotto la licenza GNU GPL. Esistono versioni per diverse piattaforme.

GRASS nasce all'inizio degli anni '80 come progetto dell'esercito degli Stati Uniti (US Army Corp of Engineering Research Laboratory - USACerl). Lo sviluppo avviene in particolare utilizzando il linguaggio C ed UNIX come sistema operativo di riferimento.

Nel 1996 l'esercito degli Stati Uniti prende la decisione di abbandonare lo sviluppo di GRASS. Gli utenti sono invitati a migrare verso sistemi commerciali, mentre l'ultima versione di GRASS (4.1) rimane nel pubblico dominio. Alla fine del 1997, dopo oltre un anno, riesce a formarsi un nuovo team internazionale che si fa carico di continuare lo sviluppo. L'aggiunta di nuovi moduli e porzioni di codice al software di pubblico dominio pone però il problema del diritto d'autore. Nell'ottobre 1999 dopo un'ampia discussione il GRASS Development Team (GDT) decide di rilasciare GRASS (5.0b) con la licenza GNU GPL (Wiki-10).

#### **Funzionalità**

Tramite il sistema dei moduli permette di utilizzare altri programmi quali

- proj per le proiezioni cartografiche
- OGR Simple Feature Library - gestione file vettoriali in diversi formati;
- GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) - gestione file raster in diversi formati;
- R per gli aspetti statistici e di geostatistica

#### **Struttura dei dati in GRASS**

Grass conserva i dati in una cartella che prende il nome di Database all'interno della quale sono contenuti tutti i dati geografici presenti sulla macchina (anche se è comunque possibile, ma non sempre utile, tenere più database differenti su una sola macchina). All'interno di un database la struttura procede per via gerarchica in Locations e Mapsets:

Location: costituisce una base di dati indipendente, caratterizzata da un proprio tipo di proiezione, un proprio ellissoide di riferimento e da un sistema di coordinate specifico, nonché da una propria Default Region (è la massima estensione geografica che grass visualizzerà di default, dovrebbe comprendere i limiti della cartografia digitale introdotta. La Regione di default è caratterizzata anche da una propria risoluzione in direzione N-S e O-E con la quale GRASS opera sia nella visualizzazione che nella creazione di altre mappe. La risoluzione a cui si lavora acquista particolare importanza quando si lavora su dati di tipo fotografico.).

Mapset: è la cartella di lavoro di ogni singolo utente. Le proprietà definite a livello di Location (come sistema di riferimento, massima estensione geografia, etc...) vengono estese ad ogni Mapset contenuto. Ogni utente pu`o modificare solamente i dati contenuti nel proprio Mapset. Indipendentemente dai Mapset personali, in ogni Location è sempre presente un Mapset speciale chiamato PERMANENT al quale ha accesso solo l'utente che ha creato la Location. Gli altri utenti avranno un'accesso ristretto alla sola lettura (e quindi anche copiatura) dei dati ([http://www.gis3w.it/download/manuali/georef\\_grass.pdf](http://www.gis3w.it/download/manuali/georef_grass.pdf)).

### **Tipi di dati**

I dati con cui Grass è in grado di lavorare sono principalmente di due tipi:

#### **Raster**

Sono informazioni memorizzate in matrici numeriche i cui elementi rappresentano ciascuno una porzione nota di forma rettangolare di territorio. Ad ognuna di queste porzioni è associato un valore numerico. Attraverso l'indicizzazione dei valori in un apposito file dove viene associato al numero una definizione testuale è possibile creare carte tematiche interrogabili (tipo di vegetazione, comune, nome dell'aggregato urbano, etc). I valori contenuti in un raster possono essere di tipo intero o con virgola mobile.

#### **Vettoriali**

Un'altro tipo di supporto gestito da GRASS è costituito dalle carte vettoriali. Vengono gestite in modo simile a delle carte raster ma il principio su cui si basano è completamente differente. In un file vettoriale vengono definite geometrie di diversa natura (come linee, punti, poligoni, etc...) mediante le coordinate dei singoli punti che le definiscono.

### **I comandi di GRASS**

I comandi di grass sono dei veri e propri programmi, quasi indipendenti, che permettono di operare in modi molto diversi sia su raster che vettoriali. I comandi sono genericamente suddivisi in queste categorie:

**d.\*** : svolgono operazioni sui display, servono per la visualizzazione, lo zoom, l'apertura e la chiusura dei display. Solitamente non sarà necessario utilizzarli direttamente visto che questo tipo di funzioni sono tutte svolte dal GIS Manager.

**db.\*** : servono per definire connessioni a database (GRASS è in grado di connettersi a diversi tipi di database, in particolare connettendosi ad un database di tipo Postgres è possibile definire geometrie di diversa natura: linee, poligoni, punti, etc. Una tabella contenente questo tipo di dati geografici pu`o essere popolata e arricchita con informazioni specifiche sulle geometrie: se ad esempio la geometria descrive una linea di confine potremmo aggiungere

quali sono gli stati confinanti. Una volta connesso al database GRASS interpreta le geometrie descritte nella tabella come se si trattassero di normali vettoriali.).

**g.\*** : sono comandi di tipo generale, fanno parte di questa categoria comandi come g.region, g.manual, g.remove, etc.

**g3.\*** : la stessa cosa dei comandi di tipo g.\*, ma sono specifici per le operazioni 3D

**i.\*** : sono relativi alla gestione delle immagini: saranno ampiamente usati nel corso della trattazione. Sono comandi come i.rectify, i.group, i.target, etc.

**p.\*** : per stampare sul monitor elementi come le etichette, servono sostanzialmente per l'impaginazione del display.

**pg.\*** : sono specifici per le operazioni su database postGRASS (postgres + GRASS).

**ps.\*** : per l'esportazione di mappe in formato postscript.

**r.\*** : per operare sui raster.

**r3.\*** : per operare su raster di tipo 3D (Sono raster che permettono in ogni cella la gestione di più valori, il corrispondente matematico è una matrice in cui ogni elemento è un array di più valori. Vengono solitamente impiegati per la gestione di dati di tipo geologico o relativo all'inquinamento.).

**v.\*** : per operare su vettoriali. ([http://www.gis3w.it/download/manuali/georef\\_grass.pdf](http://www.gis3w.it/download/manuali/georef_grass.pdf))

#### **2.4.3.3 – SAGAGIS (<http://www.saga-gis.org/en/index.html> e <http://saga-gis.wiki.sourceforge.net/>)**

SAGA GIS (System for Automated Geoscientific Analyses), è un sistema di architettura modulare che può essere utilizzato sia attraverso la Application Programming Interface (API) che con interfaccia grafica; viene usato soprattutto per scopi scientifici ed è disponibile per Linux e Windows attraverso la piattaforma cross wxWidgets (cross platform GUI library).

SAGA è codificato nel diffuso e potente linguaggio di programmazione C++ e ha un sistema di progettazione orientata agli oggetti (Wiki-11).

#### **Architettura di sistema**

L'architettura di sistema è modulare. L'Application Programming Interface (API) fornisce i modelli dati oggetto, le definizioni di base per la programmazione di moduli scientifici e numerose classi e funzioni utili.

## **Graphical User Interface (GUI)**

L'interfaccia grafica permette all'utente di gestire e visualizzare i dati, nonché per effettuare analisi dei dati e manipolazioni mediante l'esecuzione di moduli. Oltre a menu, tools e barre di stato, che sono tipiche per la maggior parte dei moderni programmi, SAGA interfacce l'utente con tre elementi di controllo supplementari. Il controllo ha finestre sub area di lavoro per i moduli, dati e mappe di aree di lavoro. Ogni area di lavoro mostra una vista ad albero, attraverso il quale gli oggetti associati lavoro è possibile accedere.

## **Moduli**

SAGA viene fornito con una serie completa di moduli gratuiti, la maggior parte dei quali pubblicati sotto la licenza GPL (34 biblioteche con 119 moduli in versione 1.2, 42 biblioteche con 234 moduli in versione 2.0.0, 48 biblioteche con 300 moduli in versione 2.0.3).

I moduli standard sono:

- File access: interfaces to various table, vector, image and grid file formats.
- Filter for grids: Gaussian, Laplacian, multi-directional Lee filter.
- Gridding: interpolation from vector data using triangulation, nearest neighbour, inverse distance.
- Geostatistics: residual analysis, ordinary and universal kriging, single and multiple regression analysis, variance analysis.
- Grid calculator: combine grids through user defined functions.
- Grid discretisation: skeletonisation, segmentation.
- Grid tools: merging, resampling, gap filling.
- Image classification: cluster analysis, box classification, maximum likelihood, pattern recognition, region growing.
- Projections: various coordinate transformations for vector and grid data (using Proj4 and GeoTrans libraries), georeferencing of grids.
- Simulation of dynamic processes: TOPMODEL, nitrogen distributions, erosion, landscape development.
- Terrain analysis: geomorphometrical calculations such as slope, aspect, curvatures, curvature classification, analytical hillshading, sink elimination, flow path analysis, catchment delineation, solar radiation, channel lines, relative altitudes.
- Vector tools: polygon intersection, contour lines from grid.

## Scripting

Un'interfaccia utente alternativa per l'esecuzione di moduli SAGA è fornita dalla saga Command Line Interpreter (CMD). Anche se non è facile da usare da riga di comando, il CMD ha il vantaggio di poter essere eseguito da file di batch script, che a sua volta permette una maggiore automazione dei flussi di lavoro complessi ed il trattamento di routine dei dati di massa. Una maggiore flessibilità è anche data dalla interfaccia SAGA Python, che permette non solo la realizzazione di moduli, ma anche di accedere a tutte le funzionalità API.

### **2.4.3.4 – gvSIG (<http://www.gvsig.gva.es/inicio-gvsig/>)**

gvSIG è un sistema di informazione geografica (GIS) open source multilingue in grado di gestire sia dati vettoriali che raster. È dotato di strumenti di editing di base per la creazione e la manutenzione di dati territoriali vettoriali o raster in una varietà di formati di file, compresi i dati da remote sensing. gvSIG è attivamente sviluppato in Java da IVER Tecnologías sotto la GNU General Public License (GPL). Il suo nome è un acronimo che sta per Generalitat Valenciana, Sistema d'Informació Geografica.

Il progetto gvSIG è stato avviato nel 2003, quando la Conselleria d'Infraestructures i Trasporti (CIT) della Comunità Valenciana ha proposto lo sviluppo di un software per la gestione delle informazioni geografiche. L'impresa privata Tecnologías IVER ha vinto la proposta ed attualmente sviluppa il software con la Generalitat Valenciana e l'Università Jaume I di Castellón.

Attualmente gvSIG gira su Windows, Linux e sistemi operativi Mac OS X. Supporta numerosi dati geospaziali standard open e proprietari. Un sistema di plugin permette l'espandibilità e la conformità con molti degli standard Open Geospatial Consortium (OGC), ciò lo rende compatibile con molti altri software GIS e dati.

gvSIG supporta i seguenti formati di dati:

Formati vettoriali: shapefile, DXF, DGN, DWG

Formati raster: ECW, MrSID, JPEG, JP2, TIFF, GeoTIFF, PNG, GIF.

gvSIG è in grado di leggere i dati a distanza con Open Geospatial Consortium (OGC) standard:

Web Map Service (WMS);

Web Feature Service (WFS);

Web Coverage Service (WCS).

gvSIG offre anche il supporto per i dati ArcIMS di ESRI in remoto. C'è anche un plugin che aggiunge il supporto per i database ESRI ArcSDE.

Il WMS è stato testato con MapServer, deegree e GeoServer, il WCS con MapServer e la WFS con MapServer e GeoServer.

Ci sono plugin disponibili che permettono di leggere gvSIG ERDAS file IMG e anche collegarsi a PostGIS e database MySQL.

Sextante GIS è stato portato su un plugin per gvSIG per l'aggiunta di una serie di funzioni di analisi raster e vettoriali con un'impressionante quantità di strumenti di analisi vettoriale.

### **GvSIG Mobile**

gvSIG Mobile è una versione ridotta di gvSIG, che è stata adattata per l'uso su dispositivi mobili. Supporta shapefile, ECW, WMS ed immagini, ed è in grado di fare uso di sistemi GPS. Nell'UMPC per il rilevamento geomorfologico è stato installato ed usato gvSIG Mobile. Vi è un'estensione disponibile per gvSIG Desktop che permette di esportare informazioni cartografiche da gvSIG Desktop a gvSIG Mobile.

### **2.4.4 – Software WebGIS**

Sono detti WebGIS i sistemi informativi geografici (GIS) pubblicati su web. Un WebGIS è quindi l'estensione al web degli applicativi nati e sviluppati per gestire la cartografia numerica. Un progetto WebGIS si distingue da un progetto GIS per le specifiche finalità di comunicazione e di condivisione delle informazioni con altri utenti. Con i WebGIS le applicazioni GIS tradizionalmente sviluppate per utenze stand-alone o in ambienti LAN possono essere implementate su web server (anche detto map-server) consentendo l'interazione attraverso internet con la cartografia e con i dati ad essa associati. Gli esempi più noti di WebGIS sono gli applicativi web per la localizzazione cartografica, gli stradari oppure gli atlanti on-line. Le applicazioni WebGIS sono utilizzabili attraverso i browser internet, talvolta con l'impiego di specifici plugin, oppure per mezzo di software distinti come nel caso del popolare Google Earth. Altri esempi tipici di applicazioni GIS pubblicate in versione WebGIS sono i sistemi informativi territoriali (SIT) delle Regioni e di diversi Comuni: questi rendono accessibili ai cittadini informazioni di carattere ambientale, urbanistico, territoriale offrendo una navigazione su base cartografica delle stesse (Wiki-12).

### **Le componenti**

Le informazioni, che siano esse territoriali, geografiche o socio-economiche, hanno avuto in passato come principale supporto quello cartaceo: la mole dei dati e l'impossibilità di

una loro sovrapposizione a fine di analisi, ha reso questo supporto obsoleto per una serie di operazioni come il monitoraggio o l'amministrazione territoriale.

I sistemi informativi nascono dall'esigenza di dover raccogliere, elaborare, gestire, mettere a disposizione dei responsabili decisori una ingente quantità di dati ed informazioni relativi al territorio. L'impossibilità pratica di rappresentare tutto il mondo, la superfluità nonché l'inutilità di determinati dati, portano alla costituzione di un modello concettuale della realtà che simula, in modo sintetico, il mondo reale: proprio su questo modello, basato soltanto su informazioni accessibili e rilevanti allo scopo finale, verranno fatte analisi e prese decisioni. Un sistema informativo viene detto geografico (GIS) quando è progettato per operare con dati relativi allo spazio geografico: esso conterrà specifiche funzioni per acquisire, elaborare, gestire e restituire dati geografici.

Nel momento in cui un sistema informativo geografico o GIS viene condiviso nella rete, che sia essa aziendale o globale, esso diventa WebGIS: sistema di informazioni territoriali, geografiche, socio-economiche e descrittive che si libera della fisicità del contenitore e si espande a livello planetario.

Le componenti principali di un WebGIS possono essere riassunte in:

- hardware;
- software;
- procedure applicative;
- banche dati;
- persone.

In linea generale, non considerando le eccezioni dei singoli casi, l'hardware del lato server è composto dal server Web, cioè la macchina che permette la connessione dei vari terminali, dai firewall di rete, dai Server DataBase, per contenimento delle informazioni, dal Server Map, macchina che permette la produzione delle mappe, dai cablaggi di rete ad alta velocità; nel lato client può essere presente invece il Web Browser, terminale per la visualizzazione del servizio o palmari per utenti mobili. Ovviamente possono essere presenti, sia nel lato client che in quello server, periferiche di input-output come scanner, stampanti o plotter.

Il software è il vero motore del WebGIS, esso può essere diviso in tre livelli: il software di base, il software per la gestione di dati geografici, il software per la gestione di database. Il software di base è composto dal sistema operativo (Linux, Unix, Mac OS X, Windows, etc.),

dai linguaggi di programmazione (PHP, Java, Javascript, C++, Visual Basic,...), dal software per il collegamento di rete (TCP/IP). Il software per la gestione dei dati geografici è la componente che distingue un WebGIS da un sistema informativo generico, esso deve avere caratteristiche peculiari e requisiti specifici.

Il software per la gestione di database (MySQL, PostgreSQL, Oracle, etc.) viene chiamato DBMS (DataBase Management System), questi sono solitamente relazionali ed usano come linguaggio l'SQL (Standard Query Language). Le procedure applicative vengono generalmente sviluppate all'interno del software WebGIS o all'esterno, usufruendo di opportune librerie di funzioni, attraverso l'uso di linguaggi di programmazione o strumenti per procedurizzare sequenze di funzioni WebGIS. Le principali procedure si riferiscono all'acquisizione di dati, la restituzione dei dati, la gestione degli archivi, l'aggiornamento e l'elaborazione dei dati, i modelli di simulazione, di rappresentazione e le interfacce utente.

Infine, l'ultima componente di un WebGIS è quella umana, ossia l'organico tecnico che è deputato alla gestione dell'intero sistema: c'è bisogno di formazione professionale per la buona riuscita del lavoro.

### **La consultazione in rete**

Il WebGIS non è una semplice estensione di un programma GIS-Desktop, ma fa parte della grande categoria software Web Oriented. La rete locale e la rete delle reti (internet) sono diventate un'autostrada privilegiata per l'interscambio di informazioni tra milioni di postazioni sparse per il pianeta: attraverso un Browser Web (Netscape, Firefox, Opera, Konqueror, Internet Explorer, ...) è possibile accedere al World Wide Web (www) cioè al servizio di scambio dati internet più usato in assoluto. Diffondere informazioni geografiche attraverso siti web significa quindi non solo dare la possibilità di inserire, manipolare, elaborare ed analizzare dati georeferenziati in qualsiasi punto del terra tramite una connessione, ma anche raggiungere una vasta platea di utenti, anche non specializzati.

#### **2.4.4.1 – PostgreSQL (<http://www.postgresql.org/>)**

PostgreSQL è un completo database relazionale ad oggetti rilasciato con licenza libera (stile Licenza BSD). PostgreSQL è un'alternativa sia rispetto ad altri prodotti liberi come MySQL, Firebird SQL e MaxDB che a quelli a codice chiuso come Oracle, Informix o DB2 ed offre caratteristiche uniche nel suo genere che lo pongono per alcuni aspetti all'avanguardia nel settore dei database. Spesso viene abbreviato come "Postgres", sebbene questo sia un nome vecchio dello stesso progetto (Wiki-13).

## Descrizione

Un rapido esame di PostgreSQL potrebbe suggerire che sia simile agli altri database. PostgreSQL usa il linguaggio SQL per eseguire delle query sui dati. Questi sono conservati come una serie di tabelle con chiavi esterne che servono a collegare i dati correlati. La programmabilità di PostgreSQL è il suo principale punto di forza ed il principale vantaggio verso i suoi concorrenti: PostgreSQL rende più semplice costruire applicazioni per il mondo reale, utilizzando i dati prelevati dal database.

I database SQL conservano dati semplici in "flat table" (tabelle piatte n.d.t.), richiedendo che sia l'utente a prelevare e raggruppare le informazioni correlate utilizzando le query. Questo contrasta con il modo in cui sia le applicazioni che gli utenti utilizzano i dati: come ad esempio in un linguaggio di alto livello con tipi di dato complessi dove tutti i dati correlati operano come elementi completi, normalmente definiti oggetti o record (in base al linguaggio).

Convertire le informazioni dal mondo SQL a quello della programmazione orientata agli oggetti, presenta difficoltà dovute principalmente al fatto che i due mondi utilizzano modelli di organizzazione dei dati molto differenti. L'industria chiama questo problema "impedance mismatch" (discrepanza di impedenza): mappare i dati da un modello all'altro può assorbire fino al 40% del tempo di sviluppo di un progetto. Un certo numero di soluzioni di mappatura, normalmente dette "object-relational mapping", possono risolvere il problema, ma tendono ad essere costose e ad avere i loro problemi, causando scarse prestazioni o forzando tutti gli accessi ai dati ad aver luogo attraverso il solo linguaggio che supporta la mappatura stessa.

PostgreSQL può risolvere molti di questi problemi direttamente nel database. PostgreSQL permette agli utenti di definire nuovi tipi basati sui normali tipi di dato SQL, permettendo al database stesso di comprendere dati complessi. Per esempio, si può definire un indirizzo come un insieme di diverse stringhe di testo per rappresentare il numero civico, la città, ecc. Da qui in poi si possono creare facilmente tabelle che contengono tutti i campi necessari a memorizzare un indirizzo con una sola linea di codice.

PostgreSQL, inoltre, permette l'ereditarietà dei tipi, uno dei principali concetti della programmazione orientata agli oggetti.

La programmazione del database stesso può ottenere grandi vantaggi dall'uso delle funzioni. La maggior parte dei sistemi SQL permette agli utenti di scrivere una procedura, un blocco di codice SQL che le altre istruzioni SQL possono richiamare. Comunque il SQL stesso rimane inadatto come linguaggio di programmazione, pertanto gli utenti possono

sperimentare grandi difficoltà nel costruire logiche complesse. Ancora peggio, il SQL stesso non supporta molti dei principali operatori di base dei linguaggi di programmazione, come le strutture di controllo di ciclo e condizionale. Pertanto ogni venditore ha scritto le sue estensioni al linguaggio SQL per aggiungere queste caratteristiche, e pertanto queste estensioni non per forza operano su diverse piattaforme di database.

In PostgreSQL i programmatori possono implementare la logica in uno dei molti linguaggi supportati.

- Un linguaggio nativo chiamato PL/pgSQL simile al linguaggio procedurale di Oracle PL/SQL, che offre particolari vantaggi nelle procedure che fanno un intensivo uso di query;
- Wrapper per i più diffusi linguaggi di scripting come Perl, Python, Tcl, e Ruby che permettono di utilizzare la loro potenza nella manipolazione delle stringhe e nel link ad estese librerie di funzioni esterne;
- Le procedure che richiedono prestazioni maggiori e logiche di programmazione complesse possono utilizzare il C ed il C++;
- Inoltre è disponibile anche un interfacciamento all'esoterico linguaggio R, ricco di funzioni statistiche e per il calcolo matriciale.

Il programmatore può inserire il codice sul server come funzioni, che rendono il codice riutilizzabile come stored procedure, in modo che il codice SQL possa richiamare funzioni scritte in altri linguaggi (come il C o il Perl).

Punti di forza della programmabilità di PostgreSQL:

- Incremento delle prestazioni, in quanto la logica viene applicata direttamente dal server di database in una volta, riducendo il passaggio di informazioni tra il client ed il server;
- Incremento dell'affidabilità, dovuto alla centralizzazione del codice di controllo sul server, non dovendo gestire la sincronizzazione della logica tra molteplici client e i dati memorizzati sul server;
- Inserendo livelli di astrazione dei dati direttamente sul server, il codice del client può essere più snello e semplice.

Questi vantaggi fanno di PostgreSQL, probabilmente, il più avanzato sistema database dal punto di vista della programmabilità, il che aiuta a spiegarne il successo. Utilizzare PostgreSQL può ridurre il tempo totale di programmazione di molti progetti, con i vantaggi suddetti che crescono con la complessità del progetto stesso, ovviamente se utilizzato da utenti esperti nel

suo utilizzo.

#### **2.4.4.2 – PostGIS (<http://postgis.refrations.net/>)**

PostGIS è un'estensione spaziale per il Database Management System PostgreSQL distribuito con licenza GPL. Fornisce i tipi di dati specificati negli standard dell'Open Geospatial Consortium. In particolare è un geodatabase, fornisce il sistema di gestione dati sui quali è basato un GIS Geographic(al) Information System.

PostGIS comprende:

- Geometry types for points, linestrings, polygons, multipoints, multilinestrings, multipolygons and geometrycollections;
- Spatial predicates for determining the interactions of geometries using the 3x3 Egenhofer matrix (provided by the GEOS software library);
- Spatial operators for determining geospatial measurements like area, distance, length and perimeter;
- Spatial operators for determining geospatial set operations, like union, difference, symmetric difference and buffers (provided by GEOS);
- R-tree-over-GiST (Generalised Search Tree) spatial indexes for high speed spatial querying;
- Index selectivity support, to provide high performance query plans for mixed spatial/non-spatial queries;
- For raster data, under development for dealing with WKTRaster.

L'implementazione di PostGIS è basata su geometrie "light-weight" ed indici ottimizzati per ridurre l'ingombro di memoria su disco. Utilizzando geometrie "light-weight" si aiuta il server ad aumentare la quantità di dati che migrano disco fisico alla RAM, e a migliorare le prestazioni delle query in modo sostanziale.

La prima versione è stata rilasciata nel 2001 da Refrations Research sotto la GNU General Public License. La versione stabile "1.0" è stata rilasciata il 19 aprile 2005. Nel 2006, PostGIS è stato certificato come conforme al Simple Features for SQL database dal Open Geospatial Consortium.

Ci sono un gran numero di prodotti software che possono essere utilizzati con PostGIS come un database backend, tra cui:

- Cadcorp SIS;
- Feature Manipulation Engine;
- GeoServer;
- GRASS GIS (GPL);
- gvSIG (GPL);
- Interoperability Extension from ESRI;
- Ionic Red Spider;
- Kosmo (GPL);
- Manifold System;
- MapInfo Professional;
- Mapnik (LGPL);
- MapDotNet Server;
- MapServer (BSD);
- MapGuide (LGPL);
- MezoGIS;
- OpenJUMP (GPL);
- Quantum GIS (GPL);
- TerraLib (LGPL);
- TerraView (GPL);
- uDig (LGPL);
- ArcGIS (via ZigGIS, ArcSDE and other 3rd party connectors).

#### ***2.4.4.3 – Mapserver (<http://mapserver.org/>)***

MapServer è un ambiente multiplatforma di sviluppo e fruizione Open Source finalizzato alla rappresentazione di dati geospaziali. Per dichiarazione degli stessi sviluppatori, non è però un Sistema informativo geografico (GIS) completo. Il progetto avviato su iniziativa dell'Università del Minnesota a cui poi si unirono (nell'ambito del progetto TerraSIP) anche la NASA ed altri organismi, è oggi mantenuto da una comunità di sviluppatori sparsi in tutto il mondo. Può essere utilizzato per realizzare applicazioni Web (WebGIS), ma anche per pubblicare servizi Web conformi alle raccomandazioni dell'Open Geospatial Consortium

(WMS, WFS, WCS) (Wiki-14).

MapServer integra diversi altri sistemi Open Source/Freeware (librerie) quali:

- GD - output grafico (PNG);
- FreeType - supporto TrueType;
- PROJ4 - conversione di coordinate fra sistemi di proiezione;
- LibCURL - supporto WMS (OpenGIS Web Map Server standard);
- LibTiff - supporto Tiff;
- LibGeoTiff - supporto GeoTiff;
- LibJPEG - supporto Jpeg;
- Shapelib - lettura/scrittura di dati vettoriali in formato Shape;
- OGR Simple Feature Library - gestione file vettoriali in diversi formati;
- GDAL (Geospatial Data Abstraction Library) - gestione file raster in diversi formati;
- SDE Client Libraries - interscambio con ArcSDE ESRI;
- PostgreSQL Client Library - interfaccia verso PostGIS;
- Oracle Spatial Client Libraries - interfaccia verso database Oracle;
- MING - supporto Macromedia Flash;
- PDFLib/PDFLib Lite - output in PDF (librerie non interamente Open Source).

### **Struttura del software**

MapServer è una CGI. Il suo funzionamento base è legato ad un file ASCII di indicizzazione dei dati geografici disponibili su server, (mappa), che generalmente ha l'estensione .map.

Nel file .map i dati sono organizzati in layers, a loro volta divisi in una o più classi, per ognuna delle quali si possono definire diversi stili di visualizzazione. Questa struttura permette la generazione di cartografie con ampia flessibilità di definizione degli stili che possono anche dipendere dalla scala della mappa. Inoltre la grafica, il sistema di proiezione e la visualizzazione o meno dei diversi layers può essere modificato dall'utente mediante comandi in-line, insiti nella stessa URL di comando.

L'output di MapServer, a seconda della richiesta, può essere grafico (la mappa, la legenda, la scala metrica o la visione d'insieme) o alfanumerico (il risultato di una query sui dati alfanumerici o spaziali). Il file .map prevede anche la possibilità di far confluire l'output del MapServer in un template HTML, in modo da generare una pagina web di lettura più agevole

e gradevole.

MapServer, attraverso opportuni wrappers (MapScript), può essere integrato in applicazioni web scritte con i linguaggi di scripting:

- PHP;
- Perl;
- Python;
- Java.

La possibilità di essere integrato in applicazioni web ha spinto gli sviluppatori a creare Web application servers basati su MapServer per la parte di pubblicazione dati geospaziali:

- CartoWeb;
- Ka-Map;
- Chameleon;
- Pmapper.

### **Formati supportati**

- Dati vettoriali:
  - ESRI Shapefile (default);
  - Oracle Spatial Database;
  - ESRI ArcSDE;
  - vettoriali GRASS.
- Dati raster:
  - TIFF/GeoTIFF;
  - GIF;
  - PNG;
  - ERDAS Imagine;
  - JPEG;
  - tutti i formati gestiti da GDAL.
- Dati vettoriali attraverso le librerie OGR:
  - ESRI ArcInfo Coverages;
  - ESRI Personal Geodatabase (.mdb);
  - Geography Markup Language (GML);

- Uk NTF;
- SDTS;
- US Census Tiger/Line;
- IHO S-57;
- MapInfo TAB;
- Bentley Microstation Design Files (DGN);
- OGDI Vector;
- PostgreSQL PostGIS;
- Virtualmente qualsiasi tabella con coordinate Lat/Lon di oggetti puntiformi accessibile via ODBC.

#### **2.4.4.4 – pmapper (<http://www.pmapper.net/>)**

pmapper è un front-end user friendly che si interfaccia al motore di rendering MapServer. E' in grado di sfruttare al meglio le potenzialità di Mapserver attraverso un layout pulito e estremamente intuitivo. L'applicativo è diffuso in tre versioni (pmapper1, pmapper2 e pmapper3): la prima versione è basata su una tecnologia a frame stabile ma rigida, nella seconda e nella terza versione invece vengono utilizzati i più moderni fogli di stile (css). L'ultima risulta essere più dinamica e versatile e viene attualmente distribuita nella versione 3.1.0, infine il codice ha ricevuto la convalida a gli standard W3C dalla versione 2.

pmapper è un'applicazione sviluppata in PHP, PHP/Mapscript e JavaScript; Il motore di visualizzazione di pmapper è basato sulla tecnologia AJAX, Asynchronous JavaScript e XML

#### **Le caratteristiche principali di pmapper sono le seguenti:**

- zoom/pan con interfaccia DHTML (DOM): zoom interattivo mediante zoom box e pan dinamico;
- zoom/pan mediante rotella centrale del mouse, tastiera, slider e immagine di riferimento;
- interrogazione e ricerca sulla mappa mediante tre modalità: puntuale, per area e per toponimi. È possibile infatti individuare un toponimo in modo manuale utilizzando i tasti di zoom, pan ed interrogazione, oppure inserendo il toponimo nella maschera di ricerca avendo come risultato l'evidenziazione della zona ricercata;
- i risultati delle interrogazioni possono contenere collegamenti a database ed a altre

pagine web;

- stampa di mappe generate sia in HTML che in PDF;
- configurazione di alcune funzioni, comportamenti e layout attraverso un file INI di configurazione;
- interfaccia multilingua, le lingue predefinite sono inglese, tedesco, italiano, francese e svedese. E' però semplice l'installazione di lingue aggiuntive

Sito principale: <http://www.pmapper.net>

## 2.4.5 - Software 2D

Per le elaborazioni di immagini aeree digitali, ortofoto e immagini satellitari sono stati utilizzati i seguenti software OS:

### 2.4.5.1 - ImageJ (<http://rsbweb.nih.gov/ij/>)

ImageJ è un programma di elaborazione delle immagini public domain, basato su Java, e sviluppato presso il National Institutes of Health. ImageJ è stato progettato con un'architettura open che consente l'estensibilità tramite plugin Java e macro registrabili. Acquisizione custom, l'analisi e l'elaborazione di plugin possono essere sviluppate utilizzando ImageJ's built-in editor e un compilatore Java. Plugins scritti dagli utenti permettono di risolvere molti dei problemi di elaborazione delle immagini, da l'elaborazione delle immagini radiologiche, al confronto i dati dei sistemi automatizzati di ematologia. L'architettura a plugin di ImageJ e l'ambiente di sviluppo built-in un hanno reso una piattaforma importante per l'insegnamento dell'elaborazione delle immagini.

ImageJ può essere eseguito come un applet online, un'applicazione scaricabile, o su qualsiasi computer dotato di Java 1.4 o successiva macchina virtuale. Distribuzioni scaricabili sono disponibili per Microsoft Windows, Mac OS, Mac OS X, Linux, e la Sharp Zaurus PDA. Il codice sorgente di ImageJ è liberamente disponibile, aspetto importante quando si lavora con immagini scientifiche.

### Specifiche

ImageJ può visualizzare, modificare, analizzare, processare, salvare e stampare immagini a 8, 16 e 32 bit. Può leggere molti formati immagine inclusi TIFF, GIF, JPEG, BMP, DICOM, FITS e "raw". Supporta "stack": una serie di immagini che condividono un'unica finestra.

Può calcolare statistiche su valori di area e pixel di selezioni definite dall'utente. Può misurare

distanze ed angoli. Può creare istogrammi di densità e grafici con linee di contorno. Supporta le funzioni standard di elaborazione delle immagini come manipolazione del contrasto, sharpening, sfumatura, rilevamento dei bordi e filtri mediani. La calibrazione spaziale è disponibile per fornire misure dimensionali nel mondo reale in unità quali i millimetri. È anche disponibile la calibrazione della densità o della scala di grigi.

### **Plugin e Macro**

Sono scaricabili i moduli di codice che estendono le funzionalità di ImageJ. I plugin sono scritti in linguaggio di programmazione Java e compilato. Più di 500 plugin sono disponibili attraverso il sito Web ImageJ così come più di 300 macro. Un tutorial per gli autori di plugin è disponibile all'indirizzo [www.imagingbook.com](http://www.imagingbook.com). Ci sono anche tutorial su come utilizzare l'Eclipse, NetBeans e Xcode IDE per sviluppare plugin ImageJ. Informazioni sulle macro sono disponibili sul sito Web di ImageJ.

#### ***2.4.5.2 - The Gimp (<http://www.gimp.org/>)***

GIMP (GNU Image Manipulation Program) è un programma libero di fotoritocco che permette di creare e modificare immagini bitmap. Un utilizzo tipico include la creazione di grafici e loghi, ridimensionamento e cropping di foto, alterazione o ritocco dei colori, unione o sovrapposizione di molte immagini in una sola, eliminazione di particolari non desiderati e conversione tra formati.

GIMP può essere anche usato per creare semplici immagini animate nel formato GIF. Viene spesso usato come sostitutivo del programma commerciale Adobe Photoshop, più usato nel settore professionale per la modifica e la stampa di immagini digitali (anche se GIMP non è un clone di Photoshop). Il logo è la mascotte Wilber, un coyote.

Il progetto è iniziato nel 1995 con Spencer Kimball e Peter Mattis ed è attualmente mantenuto da volontari sotto il patrocinio del Progetto GNU (Wiki-15).

### **Caratteristiche**

Gli strumenti di manipolazione di GIMP possono essere raggiunti con Barre degli Strumenti, tramite menù o con finestre di dialogo (che possono essere raggruppate in docks). Questi strumenti includono filtri, pennelli oltre a trasformazioni, selezione, livelli e strumenti per creare maschere. Ad esempio GIMP possiede 48 pennelli classici a cui possono essere aggiunti altri. Questi pennelli possono avere il bordo morbido (con antialiasing) o rigido (con aliasing), o usati in sottrazione di colore o con diverse opacità, o ancora con molti altri metodi di composizione.

## Spazio colore supportati

GIMP può usare come tavolozza dei colori il modello RGB, HSV, la ruota dei colori oppure sperimentalmente il modello CMYK. Può mischiare questi modelli ed ha strumenti per la selezione del colore con molte opzioni (come ad esempio l'utilizzo dei codici esadecimali dei colori, come usato nei CSS ed HTML). Bisogna notare che il modello CMYK è solo simulato: viene immediatamente tradotto in RGB in memoria. GIMP non ha ancora un supporto per quelle combinazioni CMYK che non possono essere rappresentate come RGB, come i neri saturi, che possono però essere estesi (limitatamente) con plugin aggiuntivi. GIMP supporta i gradienti di colore che può essere integrato in altri strumenti, come riempimenti e pennelli, per avere aree coperte con merging automatico dei colori. Include molti gradienti già pronti all'utilizzo e permette l'inserimento o la modifica degli stessi.

## Sviluppo

Come molti software liberi, GIMP è sviluppato da volontari non pagati. Il Progetto GIMP usa un ramo instabile (di sviluppo) per aggiungere nuove caratteristiche e un ramo stabile per correggere bug tra le varie versioni. Come tanti altri software open source usa un numero pari per indicare le versioni stabili (per esempio 2.6.X) ed un numero dispari per le versioni instabili (ultimamente 2.7.x).

Tra la versione 1.2 e 2.2 ci sono stati molti cambiamenti nell'interfaccia, oltre all'introduzione di pennelli multipli che al tempo venivano usati solo da Photoshop. Tra la versione 2.2 e la 2.4 sono state introdotte molte migliorie significative, come la gestione digitale dei colori, pennelli scalabili, nuovi strumenti di selezione e un miglioramento dell'interfaccia utente. Nella versione attuale (2.6) c'è stato un completo ripensamento, e conseguente ristrutturazione, dell'interfaccia utente (seguendo un percorso cominciato con la versione 2.4) introducendo un gruppo di lavoro dedicato esclusivamente allo sviluppo dell'interfaccia uomo, oltre all'introduzione e parziale integrazione della nuova libreria grafica GEGL, nata per risolvere alcune importanti limitazioni, come l'impossibilità di usare nativamente colori CMYK e la gestione di piani di colore di profondità maggiore di 8 bit, introducendo al contempo una potentissima funzione di modifica dell'immagine non distruttiva, che sarà attiva solo una volta completata l'integrazione della libreria, probabilmente per la versione 3.0 di GIMP.

L'implementazione dell'integrazione della libreria GEGL è slittata dal 2000 fino all'ottobre del 2006, data in cui Øyvind Kolås ha dato dimostrazione di una libreria GEGL parziale con la interfaccia grafica, sviluppata da Sven Neumann, Michael Natterer e Kolås.

L'interfaccia di GIMP è stata costruita usando GTK+ (the GIMP Toolkit), originariamente

scritta appunto per questo programma. Con il tempo la libreria GTK+ è stata usata, data la sua bontà, per creare il desktop environment GNOME. Questa libreria altro non è che il rimpiazzo open source di una libreria commerciale, Motif, usata nei primi tempi con GIMP.

### **Distribuzione**

Il programma è disponibile in molteplici sistemi operativi e architetture di computer. Esistono anche molti progetti derivati. Sul sito ufficiale sono disponibili oltre ai codici sorgente anche molti binari (file eseguibili) per svariati sistemi operativi.

GIMP viene incluso in molte distribuzioni Linux come editor d'immagini standard. Bisogna ricordare in particolare le distro Debian GNU/Linux, Ubuntu, Mandriva, SUSE e Fedora.

Il porting su sistemi Microsoft Windows esistono dal 1997 per opera di un programmatore finlandese, Tor "tml" Lillqvist.

### **Interfaccia ed Usabilità**

Come applicazione originariamente creata per un sistema X11, GIMP non interferisce con il management delle finestre e delega ogni responsabilità al window manager. Conseguentemente GIMP usa una interfaccia a singolo documento ed ha finestre multiple per i suoi vari strumenti, tavolozze, pannelli.

Questo è in contrasto con molte altre applicazioni grafiche che, al contrario, utilizzano il modello inverso: una sola finestra con all'interno varie sotto finestre per ogni documento aperto. Il modello usato da GIMP è flessibile, permettendo di avere finestre non costrette a contenitore più grandi, ma ha lo svantaggio di essere complicato da usare con sistemi operativi, come Microsoft Windows, che non hanno desktop virtuali o un efficiente window manager.

GIMP è spesso stato criticato per problemi di usabilità, anche se nelle ultime versioni l'interfaccia è stata semplificata e migliorata.

Una speciale edizione, chiamata Instrumented GIMP, è infatti stata creata dell'Università di Waterloo per tracciare l'utilizzo del programma e generare linee guida per future migliorie nell'interfaccia.

### **Comparazione (e compatibilità) con Adobe Photoshop**

GIMP è spesso descritto come un'alternativa a prodotto commerciale Adobe Photoshop.

Ci sono comunque importanti differenze tra i due pacchetti:

- Photoshop non è compatibile con i plugin e script per GIMP, mentre GIMP offre una limitata compatibilità (con il plugin PSPI) ai plugin progettati per Photoshop, come i filtri 8BF;

- Photoshop non supporta il formato nativo di GIMP (XCF), mentre GIMP può leggere e scrivere il formato nativo di photoshop (PSD);
- GIMP e Photoshop hanno differenti caratteristiche nella gestione dei colori. Mentre Photoshop supporta immagini a 16 bit, 32 bit e a virgola mobile, gli spazi colori Pantone, CMYK e CIE XYZ. GIMP, invece, supporta solo limitatamente lo spazio CMYK con un plugin aggiuntivo limitato. GIMP non può supportare, per motivi legali, lo spazio colore commerciale Pantone;
- Photoshop integra una gestione dei colori di livello superiore a GIMP;
- GIMP necessita di una minima conoscenza di programmazione per programmare gli script Python-Fu o Script-Fu, mentre Photoshop ha la possibilità di programmare macro (le azioni) e ripeterle con un tasto play (bisogna notare che questo meccanismo è meno flessibile degli script);
- Photoshop dispone di alcune funzionalità di produzione non implementate in GIMP, come il supporto nativo per i livelli di correzione colore (Adjustment layers, livelli che agiscono da filtri) e una cronologia di annullamenti che persiste tra le sessioni di lavoro;
- Il modello di sviluppo open source di GIMP comporta una maggiore velocità di implementazione ed un costo zero su più sistemi operativi.

### **Formati supportati**

GIMP supporta l'apertura ed il salvataggio in numerosi formati di file. Il suo formato nativo è chiamato XCF (Experimental computing facility), nome derivante dall'associazione studentesca di cui facevano parte gli autori originari di GIMP.

GIMP può aprire numerosi formati come bitmap, JPEG, PNG, GIF e TIFF, insieme ad altri formati meno diffusi come le animazioni flic della Autodesk, le immagini di Paintshop Pro e documenti di Adobe Photoshop. Possiede anche il supporto per documenti PostScript, bitmap X e Zsoft PCX, oltre ai più recenti file vettoriali SVG.

GIMP può importare (ma non salvare) file PDF e immagini RAW (usato da molte fotocamere digitali).

GIMP può anche esportare immagini come ASCII art (con un plugin apposito), celle HTML e file MNG, anche se non può leggere questi formati.

### **2.4.5.3 - OSSIM ([http://www.ossim.org/OSSIM/OSSIM\\_Home.html](http://www.ossim.org/OSSIM/OSSIM_Home.html))**

Open Source Software Image Map - “awesome”

Software altamente performante nel campo del remote sensing, image processing, GIS e fotogrammetria. Attivamente sviluppato a partire dal 1996. OSSIM è stato fondato da agenzie governative dell' Intelligence e della Difesa statunitense, attualmente utilizzato in settori di ricerca e in siti operativi. Sviluppato su una serie di librerie software ad alte prestazioni, è scritto in C++ impiegando le più recenti tecnologie di programmazione ad oggetti.

Capacità:

- Capacità di elaborazione in parallelo con le librerie MPI;
- Modellazione sensor rigorosa;
- Universal Sensor Models (RPCs);
- Ampia gamma di proiezioni e datum supportati;
- Non-distruttive, parameter based image chains;
- Accesso file nativi;
- Precisione di correzione del terreno e ortorettificazione;
- Mosaicatura avanzata, compositing, e fusioni;
- Supporto all'Elevation;
- Supporto Vector e Shapelib;
- Proiezione e risoluzione indipendenti;
- Equation editor;
- Histogram matching and tonal balancing.

## **2.4.6 - Linguaggi di programmazione**

### **2.4.6.1 – Java (<http://java.com/it/>)**

Java è un linguaggio di programmazione orientato agli oggetti, derivato dallo Smalltalk (anche se ha una sintassi simile al C++) e creato da James Gosling e altri ingegneri della Sun Microsystems. La piattaforma di programmazione Java è fondata sul linguaggio stesso, sulla Macchina virtuale Java (Java Virtual Machine o JVM) e sulle API Java. Java è un marchio registrato di Sun Microsystems (Wiki-16).

#### **Caratteristiche**

Java venne creato per soddisfare quattro scopi:

1. essere completamente orientato agli oggetti;

2. essere indipendente dalla piattaforma;
3. contenere strumenti e librerie per il networking;
4. essere progettato per eseguire codice da sorgenti remote in modo sicuro.

Per facilitare il passaggio a Java ai programmatori old-fashioned, legati in particolare a linguaggi come il C, la sintassi di base (strutture di controllo, operatori e così via) è stata mantenuta pressoché identica a quella del C.

### **Orientamento agli oggetti**

La prima caratteristica, l'orientamento agli oggetti, si riferisce a un moderno metodo di programmazione e progettazione, la programmazione orientata agli oggetti (OOP).

L'idea alla base della OOP è di rappresentare, nella progettazione del software, le entità reali o astratte che compongono il problema sotto forma di oggetti. Gli oggetti sono caratterizzati da proprietà (definite variabili o campi di istanza o di esemplare) e da metodi applicabili sugli oggetti stessi, che possono ad esempio modificarne lo stato o estrarne informazioni.

I programmi scritti in Java possono essere unicamente orientati agli oggetti, di conseguenza tutto il codice deve essere necessariamente incluso in una classe.

Sebbene Java possa operare sia su oggetti che su tipi di dati primitivi, è considerato un linguaggio ad oggetti puro, ovvero nel quale gli oggetti sono le entità di base del linguaggio, anziché essere costruiti partendo da costrutti ad un inferiore livello di astrazione.

### **Ereditarietà**

L'ereditarietà in Java è implementata mediante la parola chiave `extends`, applicata nella dichiarazione di una classe. Una classe estende sempre una e una sola altra classe (ovvero non esiste ereditarietà multipla), ma può a sua volta essere estesa da un numero arbitrario di classi. Se non si utilizza la clausola `extends`, la classe estende comunque una superclasse implicita.

Questo sistema rende disponibile un modo per creare gerarchie di classi ben definite.

L'overriding si attua semplicemente scrivendo all'interno della classe che estende (in questo caso la classe `Quadrato`) il metodo che vogliamo riscrivere, utilizzando la stessa firma del relativo metodo della superclasse (deve avere lo stesso nome e gli stessi attributi, in numero e tipo, e lo stesso ordine).

Sul modello di ereditarietà Java si differenzia dal C++, che adotta l'ereditarietà multipla. L'ereditarietà singola di Java rende questo linguaggio molto robusto, perché l'ereditarietà multipla è fonte di bug insidiosi nei programmi. Dopo l'avvento di Java, l'ereditarietà singola si è gradualmente affermata come modello standard di ereditarietà nelle tecnologie object-oriented, ed è stata abbracciata, per esempio, anche dai linguaggi del framework .NET

Microsoft.

### **Indipendenza dalla piattaforma**

L'indipendenza dalla piattaforma significa che l'esecuzione di programmi scritti in Java deve avere un comportamento simile su hardware diverso. In linea di principio, si dovrebbe essere in grado di scrivere il programma una sola volta e di farlo eseguire dovunque (di qui il famoso slogan di Sun: "write once, run everywhere"). Questo è possibile con la compilazione del codice di Java in un linguaggio intermedio detto bytecode, basato su istruzioni semplificate che ricalcano il linguaggio macchina. Il bytecode verrà quindi eseguito da una macchina virtuale. Inoltre, vengono fornite librerie standardizzate per permettere l'accesso alle caratteristiche della macchina (come grafica e networking) in modo unificato. Il linguaggio Java include anche il supporto per i programmi con multithread, necessario per molte applicazioni che usano la rete.

La portabilità è un obiettivo tecnicamente difficile da raggiungere, e il successo di Java in questo ambito è materia di alcune controversie. Sebbene sia in effetti possibile scrivere in Java programmi che si comportano in modo consistente attraverso molte piattaforme hardware diverse, bisogna tenere presente che questi poi dipendono dalle macchine virtuali che sono, a loro volta, programmi a sé e che hanno inevitabilmente i loro bug, diversi l'una all'altra: per questo è nata una parodia dello slogan di Sun "Scrivi una volta, esegui dovunque" ("write once, run everywhere"), che è diventato "Scrivi una volta, fai il debug ovunque" ("write once, debug anywhere").

### **Altri aspetti di interesse**

Rispetto alla tradizione dei linguaggi a oggetti da cui deriva (e in particolare rispetto al suo diretto progenitore, il C++), Java ha introdotto una serie di notevoli novità rispetto all'estensione della sua semantica. Fra le più significative si possono citare probabilmente la possibilità di costruire GUI (interfacce grafiche) con strumenti standard e non proprietari utilizzando i package `java.awt` e `javax.swing` (per il C++ e altri linguaggi analoghi solitamente le GUI non fanno parte del linguaggio, ma sono delegate a librerie esterne), la possibilità di creare applicazioni multi-thread, ovvero che svolgono in modo concorrente molteplici attività, e il supporto per la riflessione, ovvero la capacità di un programma di agire sulla propria struttura e di utilizzare classi caricate dinamicamente dall'esterno.

Fra gli argomenti che depongono spesso a favore di Java nella scelta del linguaggio di implementazione di un progetto software moderno, inoltre, si deve certamente contare la vastità delle librerie standard di cui il linguaggio è dotato, e che in particolare contribuiscono a

renderlo altamente integrabile con le altre tecnologie. Alcuni esempi di funzionalità di libreria di Java sono:

- accesso ai database tramite JDBC e ai DBMS con driver ODBC tramite il bridge JDBC-ODBC;
- manipolazione documenti XML;
- dialogo con piattaforme CORBA;
- potenti strumenti per la programmazione lato server nel contesto Web;
- supporto nativo per gran parte dei protocolli della famiglia IP, vedi ad esempio il Socket Java;
- supporto per le applicazioni multimediali, streaming audio e video.

#### **Ultime versioni**

- Java SE 6 (1.6.0) (Mustang) 11 dicembre 2006;
- Java SE 7 (1.7.0) (Dolphin) Prevista per il primo semestre 2010.

Le estensioni e architetture legate al linguaggio Java comprendono:

- GeoTools Libreria per il trattamento di dati geografici;
- J2SE Java 2 Platform Standard Edition;
- etc.....

#### **2.4.6.2 – Python (<http://www.python.it/>)**

Python è un linguaggio di programmazione ad alto livello interpretato creato da Guido van Rossum. Prende il nome dalla serie televisiva Monty Python's Flying Circus.

Python è un linguaggio multi-paradigma. Infatti permette in modo agevole di scrivere programmi seguendo il paradigma object oriented, oppure la programmazione strutturata, oppure la programmazione funzionale. Il controllo dei tipi è forte (strong typing) e viene eseguito al runtime (dynamic typing). In altre parole una variabile non è altro che un contenitore (che nella sua storia può assumere valori sempre dello stesso tipo) al quale viene associata un'etichetta (il nome) che, al runtime, può essere spostata e associata a diversi contenitori anche di tipo diverso. Usa un garbage collector per la gestione automatica della memoria.

Python ha qualche similarità con Perl, ma i suoi progettisti hanno scelto la via di una sintassi più essenziale e uniforme, con l'obiettivo di aumentare la leggibilità del codice. Come il Perl spesso è classificato come linguaggio di scripting, ma pur essendo utile per scrivere script

di sistema (in alternativa ad esempio a bash), la grande quantità di librerie disponibili e la facilità con cui questo linguaggio permette di scrivere software modulare favoriscono anche lo sviluppo di applicazioni molto complesse (Wiki-17).

### **Tipi di dati e strutture**

Python ha un gran numero di tipi base. Oltre ai tipi interi e floating point classici, supporta in modo trasparente numeri interi arbitrariamente grandi e numeri complessi. Dalla versione 2.4 sono disponibili anche i numeri decimali (decimal), ovvero numeri con la virgola a precisione illimitata, come quelli disponibili in Rexx o in Cobol, che non soffrono di problemi di arrotondamento e stabilità tipici dei numeri floating point classici. Supporta tutte le operazioni classiche sulle stringhe con una sola eccezione: le stringhe in Python sono oggetti immutabili, cosicché qualsiasi operazione che in qualche modo potrebbe alterare una stringa (come ad esempio la sostituzione di un carattere) restituirà invece una nuova stringa (come avviene in Java). Essendo il Python a tipizzazione dinamica, tutte le variabili sono in realtà semplici puntatori ad oggetto (reference), sono gli oggetti invece ad essere dotati di tipo.

Ad esempio ad una variabile cui era assegnato un intero, un istante dopo può essere assegnata una stringa o un array. In Python c'è un moderato controllo dei tipi al momento del runtime. Si ha conversione implicita per i tipi numerici, per cui si può ad esempio moltiplicare un numero complesso per un intero, ma non c'è ad esempio conversione implicita tra numeri e stringhe, per cui un numero è un argomento non valido per le operazioni su stringa (come avviene ad esempio in PHP).

### **Sintassi**

Python è stato progettato in modo da essere altamente leggibile. Visivamente si presenta in modo molto semplice e ha pochi costrutti sintattici rispetto a molti altri linguaggi strutturati come C, Perl o Pascal.

Per esempio, Python ha solo due forme di ciclo: “for” che cicla sugli elementi di una lista o su di un iteratore (come il “foreach” del Perl) e “while” che cicla fin tanto che l'espressione booleana indicata risulterà vera. In sostanza manca dei cicli in stile C for, “do”...”while”, oppure di un “until” in stile Perl, ma tutti questi naturalmente possono essere espressi con dei semplici equivalenti. Allo stesso modo ha solamente il costrutto “if”...”elif”...”else” per le scelte condizionate, ma niente “switch” oppure “goto”.

### **Uso degli spazi**

Un aspetto inusuale del Python è il metodo che usa per delimitare i blocchi di programma, che lo rende unico fra i linguaggi più diffusi.

Nei linguaggi derivati dall'ALGOL, come ad esempio Pascal, C e Perl, i blocchi di codice sono indicati con le parentesi oppure con parole chiave (il C ed il Perl usano { }; il Pascal usa begin ed end). In questi linguaggi è solo una convenzione degli sviluppatori il fatto di indentare il codice interno ad un blocco, per metterlo in evidenza rispetto al codice circostante.

Python, invece, deriva il suo sistema di indentazione dal meno noto linguaggio di programmazione Occam: invece di usare parentesi o parole chiave, usa l'indentazione stessa per indicare i blocchi nidificati (si può usare sia una tabulazione, sia n spazi bianchi, ma lo standard Python è 4 spazi bianchi).

### **Prestazioni**

Se paragonato ai linguaggi compilati statically typed, come ad esempio il C, la velocità di esecuzione non è uno dei punti di forza di Python, specie nel calcolo matematico. Esiste un'estensione, Psyco, che è una sorta di compilatore JIT e permette di velocizzare in modo notevole alcuni tipi di codice, specialmente l'implementazione di algoritmi, pur pagando un prezzo in termini di memoria utilizzata. Comunque, anche in questo modo un qualunque compito che preveda numerosi calcoli puri non è adatto ad un programma Python.

Le performance di Python sono invece allineate o addirittura superiori ad altri linguaggi interpretati, quali PHP e Ruby, e in certe condizioni può rivaleggiare anche con Java. Non va inoltre dimenticato che Python permette di aggirare in modo facile l'ostacolo delle performance pure: è infatti relativamente semplice scrivere un'estensione in C o C++ e poi utilizzarla all'interno di Python, sfruttando così l'elevata velocità di un linguaggio compilato solo nelle parti in cui effettivamente serve, e sfruttando invece la potenza e versatilità di Python per tutto il resto del software. Comunque con opportune accortezze e utilizzando solo moduli standard, in alcuni casi può raggiungere una velocità di esecuzione pari ad un codice equivalente in C, grazie ad una serie di ottimizzazioni interne della PVM

## **2.4.7 - Software 3D**

### **2.4.7.1 – Blender (<http://www.blender.it/>)**

Blender è un programma libero di modellazione, rigging, animazione, compositing e rendering di immagini tridimensionali. Dispone inoltre di funzionalità per mappature UV, simulazioni di fluidi, di rivestimenti, di particelle, altre simulazioni non lineari e creazione di applicazioni/giochi 3D. È disponibile per vari sistemi operativi: Microsoft Windows, Mac OS X, Linux, IRIX, Solaris, NetBSD, FreeBSD, OpenBSD assieme a porting non ufficiali per

BeOS, SkyOS, AmigaOS, MorphOS e Pocket PC. Blender è dotato di un robusto insieme di funzionalità paragonabili, per caratteristiche e complessità, ad altri noti programmi per la modellazione 3D come Softimage XSI, Cinema 4D, 3D Studio Max, Lightwave e Maya. Tra le funzionalità di Blender sono incluse l'utilizzo di raytracing e di script (in Python) (Wiki-18).

### **Storia**

In origine, il programma è stato sviluppato come applicazione interna dallo studio di animazione olandese NeoGeo. L'autore principale, Ton Roosendaal, fondò la società Not a Number Technologies (NaN) nel 1998 per continuare lo sviluppo e distribuire il programma che inizialmente fu distribuito come software proprietario a costo zero (freeware) fino alla bancarotta di NaN nel 2002. I creditori acconsentirono a rilasciare Blender come software libero, sotto i termini della licenza GNU General Public License, per il pagamento una-tantum di € 100.000,00. Il 18 giugno 2002 fu iniziata da Roosendaal una campagna di raccolta fondi e il 7 settembre 2002 fu annunciato che l'obiettivo era stato raggiunto e il codice sorgente di Blender fu rilasciato in ottobre. Ora Blender è un progetto open source molto attivo ed è guidato dalla Blender Foundation; l'ultima versione, rilasciata il 30 maggio 2009, è la 2.49.

### **Caratteristiche**

Blender richiede poco spazio per essere installato e può essere eseguito su molte piattaforme. Sebbene sia spesso distribuito senza documentazione o esempi il software è ricco di caratteristiche tipiche di sistemi avanzati di modellazione. Tra le sue potenzialità, possiamo ricordare:

- Supporto per una grande varietà di primitive geometriche, incluse le mesh poligonali, le curve di Bézier, le NURBS, le metaball e i font vettoriali;
- Conversione da e verso numerosi formati per applicazione 3D, come Wings 3D, 3D Studio Max, Lightwave e altri;
- Strumenti per gestire le animazioni, come la cinematica inversa, le armature (scheletri) e la deformazione lattice, la gestione dei keyframe, le animazioni non lineari, i vincoli, il calcolo pesato dei vertici e la capacità delle mesh di gestione delle particelle;
- Gestione dell'editing video non lineare;
- Caratteristiche interattive, come la collisione degli ostacoli, il motore dinamico e la programmazione della logica, permettendo la creazione di programmi stand-alone o applicazioni real time come la visione di elementi architettonici o la creazione di videogiochi;

- Motore di rendering interno versatile ed integrazione nativa col motore esterno YafRay (un raytracer open source);
- Scripting in python per automatizzare e/o controllare numerosi aspetti del programma e della scena.

### **Interfaccia utente**

Blender ha fama di essere un programma difficile da imparare. Quasi tutte le funzioni possono essere richiamate con scorciatoie e per questo motivo quasi tutti i tasti sono collegati a numerose funzioni. Da quando è stato rilasciato come opensource, la GUI è stata notevolmente modificata, introducendo la possibilità di modificare il colore, l'uso di widget trasparenti, una nuova e potenziata visualizzazione e gestione dell'albero degli oggetti e altre piccole migliorie (scelta diretta dei colori, etc.)

L'interfaccia di Blender si basa sui seguenti principi:

- Modalità di modifica (edit): le due modalità principali sono la Modalità oggetto (object mode) e la Modalità modifica (edit mode), ed è possibile passare dall'una all'altra per mezzo del tasto tab. La modalità oggetto può essere usata per manipolare oggetti singoli, mentre la modalità modifica è usata per modificare i dati di un oggetto. Per esempio, in una mesh poligonale, la modalità oggetto può essere usata per muovere, scalare e ruotare l'intera mesh, mentre la modalità modifica è usata per modificare i vertici individuali della mesh. Ci sono anche altri modi, come la Vertex Paint, la Sculpt mode e la UV Editing mode;
- Scorciatoie da tastiera: la maggior parte dei comandi è impartibile attraverso la tastiera. Fino alla versione 2.x e specialmente nella versione 2.3x, questo era il solo modo per impartire comandi, e questo è stato il principale motivo che ha dato a Blender la reputazione di essere un programma difficile da imparare e capire. La nuova versione ha menù molto più completi, che permettono di usare in larga misura il mouse per impartire i comandi;
- Spazio di lavoro completamente ad oggetti: l'interfaccia di Blender è formata da una o più scene, ognuna delle quali può essere divisa in sezioni e sottosezioni che possono essere formate da una qualunque immagine o vista di Blender. Ogni elemento grafico delle viste di Blender può essere controllato nello stesso modo nel quale si controlla la finestra 3D - si possono ad esempio ingrandire i pulsanti della barra dei menù nello stesso modo nel quale si ingrandisce una immagine nella finestra di anteprima. La disposizione delle componenti dell'interfaccia di Blender è completamente

personalizzabile dall'utente, in modo da rendere possibile creare interfacce per compiti specifici come il montaggio video e nascondere altre caratteristiche che non sono necessarie.

### **Caratteristiche comparate con altri programmi 3D**

Da quando è stato rilasciato il sorgente, blender è stato notevolmente migliorato e il codice di base ha subito numerose modifiche, soprattutto al fine di poter inserire nuove funzionalità con maggiore facilità. Sebbene Blender (fino alla versione 2.36) abbia sempre cercato di raggiungere i software 3D proprietari e adesso permetta di realizzare praticamente ogni cosa possibile nell'ambito 3D, differisce ancora da programmi come Autodesk Maya, Softimage XSI o Cinema 4D. Manca ancora un sistema NLA (Non Linear Animation) più ricco e flessibile, la possibilità di unire armature (può solo essere emulato con un uso esteso dei vincoli), una esportazione in formato non binario, un sistema migliorato per gestire le misurazioni e, soprattutto a causa dello sviluppo rapido di Blender, una documentazione coerente e sempre aggiornata.

### **Disponibilità**

Rispondendo alla sua natura open source, Blender è disponibile ufficialmente per numerosi sistemi operativi, incluso GNU/Linux, FreeBSD, IRIX, Microsoft Windows, Mac OS X e Solaris; esistono porting non ufficiali per altri sistemi operativi.

## 2.5 Hardware

### 2.5.1 - Server

Intel Celeron 2,8 Ghz, 512 Ram DDR, 80 GB hard disk, Ati radeon 8200 con 128 mb memoria dedicata. Hard disk supplementare per lo storage del DB totale. Connessione Ethernet a visibilità esterna rilasciata tramite filtraggio da parte del centro di telematica dell'Università degli Studi di Ferrara.

### 2.5.2 - UMPC

Asus R2E ([http://www.asus.it/product.aspx?P\\_ID=3A6sETuXanFaZH3G](http://www.asus.it/product.aspx?P_ID=3A6sETuXanFaZH3G))

Piccolo come un quaderno e con un peso di soli 800 grammi, il nuovo Ultra Mobile PC ASUS R2E rappresenta un ottimo compagno che offre tutto il necessario per lavorare e viaggiare. ASUS R2E è dotato delle più avanzate funzionalità nell'ambito della connettività, consentendo il collegamento ad Internet senza fili con tecnologia Wi-Fi o tramite modem 3.5G sfruttando le reti dei cellulari.

ASUS R2E può essere utilizzato come navigatore satellitare grazie ad un ricevitore GPS integrato e ad un brillante display touch screen da 7" TFT o anche come un efficace dispositivo multimediale. La tastiera esterna ed il dispositivo ottico esterno ne arricchiscono la dotazione quando viene utilizzato alla scrivania, mentre il lettore di impronte digitali e diverse utilities presenti assicurano alti livelli di sicurezza e protezione dei dati.

#### **Global Positioning System (GPS) e Connettività 3.5G**

ASUS R2E Ultra Mobile PC viene fornito con modulo GPS integrato. La connessione wireless 3.5G High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) è in grado di garantire connessioni wireless in banda larga con standard 3.5G e velocità di download di circa 4 volte superiore rispetto agli standard precedenti. Ciò vi permette di connettervi ad Internet utilizzando la rete cellulare ma senza dovervi collegare ad un telefono cellulare. Sarete in grado di spedire e ricevere in wireless le e-mail, navigare in internet, scaricare allegati e accedere alle reti aziendali tramite la vostra rete virtuale privata!

HSDPA: High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) è un protocollo 3G (terza generazione) di comunicazione per telefonia mobile della famiglia High-Speed Packet Access (HSPA), che consente attraverso reti basate su Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) di disporre di dati a più alta velocità di trasferimento e la capacità. Attuali implementazioni di supporto HSDPA down-link velocità di 1.8, 3.6, 7.2 e 14.4 Mbit / s. Aumenta la velocità di ulteriori sono disponibili con tecnologia HSPA +, che fornisce una

velocità fino a 42 Mbit / s downlink.

HSDPA: High-Speed Downlink Packet Access (HSDPA) è un protocollo di comunicazione 3G (terza generazione) di telefonia mobile della famiglia High-Speed Packet Access (HSPA), che consente a reti basate su Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) di disporre di dati a più elevata velocità di trasferimento e la capacità. Attuali implementazioni HSDPA supportano down-link a velocità di 1.8, 3.6, 7.2 e 14.4 Mbit/s. Maggior velocità sono disponibili con tecnologia HSPA +, che fornisce una velocità fino a 42 Mbit/s in downlink.

### **Riconoscimento di impronte digitali**

Il sistema di riconoscimento delle impronte digitali - Fingerprint - integrato è in grado di leggere la traccia dell'impronta digitale non solo in superficie ma anche sotto il primo strato di cute. Perciò il sensore non viene influenzato dalle condizioni superficiali della pelle come secchezza, ferite, sporco, unto o altro ancora, il che significa che la qualità e l'accuratezza del riconoscimento delle impronte sono massime.

### **Altre possibilità di comunicazione**

Bluetooth® V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) consente la connessione omnidirezionale wireless ad alta velocità di trasferimento dati 2.1 Mbps, tre volte più veloce delle normali connessioni Bluetooth senza EDR. Inoltre, le periferiche con EDR Bluetooth sono più efficienti dal punto di vista del consumo energetico e della trasmissione. ASUS R2E viene inoltre equipaggiato con connettività Wireless LAN 802.11 a/b/g e webcam ad alta risoluzione che consente le video conferenze nella massima comodità, senza alcun bisogno di cavi aggiuntivi.

### **Sicurezza Digitale nella trasmissione dei dati**

Lo standard Secure garantisce la massima sicurezza per la gestione, lo storage e la trasmissione di tutti i file in formato digitale.

### **Specifiche Tecniche**

- ◆ Processore & Memoria Cache Intel® Stealey™ Processor A110 : 800 GHz 400MHz FSB, 512K L2 cache;
- ◆ Sistema Operativo Windows Vista® Business Autentico;
- ◆ Chipset Intel® 945GU Express Chipset + ICH7-U;
- ◆ Memoria Principale DDR2 533 MHz SDRAM, 1GB integrato;
- ◆ Display 7";
- ◆ Active Matrix TFT, WVGA;
- ◆ Scheda Video & Memoria Intel® 945GU GFX;

- ◆ Disco Fisso IDE 80GB,4200rpm;
- ◆ Unità Ottica S-Multi Esterno DL extra slim;
- ◆ Card Reader SD;
- ◆ Video Camera 1.3 Mega Pixel web camera;
- ◆ Fax/Modem/LAN/WLAN Integrata 802.11b/g;
- ◆ Bluetooth™ V2.0;
- ◆ Supporto 3.5G Antenna;
- ◆ SIM Card slot;
- ◆ Integrata 10/100 LAN;
- ◆ Interfaccia 1 x jack uscita cuffie (S/PDIF);
- ◆ 2 x porte USB 2.0;
- ◆ 1 x RJ45 LAN;
- ◆ 1 x IrDA;
- ◆ 1 x WLAN/Bluetooth con interruttore On/Off;
- ◆ 1 x connettore mini RF;
- ◆ 1 x CIR per telecomando;
- ◆ 1 x Microfono;
- ◆ 1 x connettore Port Bar;
- ◆ Audio Altoparlanti e microfono integrati;
- ◆ Batteria e Durata 4 celle: 6860 mAh, 50 Whrs;
- ◆ Adattatore AC Uscita: 12 V DC, 2.5/3.3 A, 36W;
- ◆ Ingresso: 100 - 240 V AC, 50/60 Hz universale;
- ◆ Sistema di alimentazione compatto a 3/ 2 pin;
- ◆ Cavo Car Charger 12V;
- ◆ Dimensioni e Peso 23.4 x 13.3 x 2.8 cm (W x D x H), 0,870 kg;
- ◆ Sicurezza Fingerprint;
- ◆ ASUS Security Protect Manager;
- ◆ ASUS 3G Watcher.

## 2.6 Carta della suscettibilità

Il primo passo nella valutazione del rischio da frana consiste nel definirne la suscettibilità, vale a dire, la probabilità di avvenimento spaziale dell'evento (Brabb 1984; Soeters e van Westen 1996). L'uso di mappe della suscettibilità e della pericolosità da frana per la pianificazione territoriale è aumentata significativamente nel corso degli ultimi decenni. Lo scopo di queste mappe è l'individuazione delle aree minacciate da instabilità dei pendii attuali e potenziali.

La carta della suscettibilità di eventi di frana rappresenta aree con elevata potenzialità allo sviluppo di frane. Queste aree sono determinate dalla correlazione tra alcuni dei fattori principali che contribuiscono ai possibili eventi di frana (ripidità dei pendii, unità geologiche poco coerenti che perdono forza quando sature o disturbate, roccia o terreno scarsamente drenati, etc.) e la distribuzione delle frane antiche. Queste mappe indicano solo la relativa stabilità dei pendii e non fanno previsioni assolute.

La loro affidabilità dipende soprattutto dalla quantità e qualità dei dati disponibili utilizzati così come dalla scelta della metodologia appropriata per la suscettibilità e la valutazione del pericolo. D'altra parte, la scala di lavoro influisce anche sulla qualità dei risultati (Van Westen, 1994).

Alcuni autori periodicamente si assumano l'onere della cernita di articoli riguardanti la realizzazione di carte della suscettibilità per creare una panoramica delle diverse metodologie e nomenclature. Tra loro, Soeters e van Westen (1996), Aleotti e Chowdhury (1999), Guzzetti et al. (1999), e più recentemente van Westen et al. (2006) e Chacòn et al. (2006) meritano di essere citati per la loro recensioni di più dei metodi disponibili.

Differenti modellistiche utilizzate si ritrovano in letteratura (Rowbotham and Dudycha 1998; Jibson et al. 2000; Luzi et al. 2000; Parise and Jibson 2000; Baeza and Corominas 2001; Lee and Min 2001; Clerici et al. 2002b; Donati and Turrini 2002; Lee et al. 2002a, 2002b, 2004; Zhou et al. 2002; Lee and Choi 2003).

Molti studi di valutazione sulla pericolosità da frana sono stati effettuati con numerosi modelli, anche in GIS (Guzzetti et al, 1999).

I metodi più utilizzati per la zonazione della suscettibilità da frana possono essere sinteticamente suddivisi in tre gruppi principali (Carrara et al. 1992; Guzzetti et al. 1999):

(1) Metodi (o indici) euristici. Questi sono metodi di tipo qualitativo o semiquantitativo in cui il peso dei fattori della causa di instabilità è valutata dal rilevatore, sulla base delle sue conoscenze ed esperienze e, di conseguenza essi tendono ad essere molto soggettivi.

(2) Metodi deterministici (o di ingegneria, geotecnica, o di un processi basati). In questi metodi le previsioni si basano su leggi empiriche geotecniche che richiedono la raccolta di parametri geotecnici. L'estrema variabilità delle caratteristiche geotecniche in uno spazio tridimensionale rende questi metodi costosi e realmente efficaci solo a scala di un'unica pendenza.

(3) Metodi statistici che possono essere suddivisi in metodi bivariato e multivariato. Tra questi ultimi, i più utilizzati sono la regressione lineare classica e logistica e l'analisi discriminante.

I metodi statistici sembrano essere più obiettivi e più adatti all'analisi per scale a media e grande dimensioni (1:2,000-1:25,000) soprattutto se supportata da procedure basate sul GIS. Tutte queste, nonostante le loro differenze metodologiche e operative, sono basate sul presupposto comune che la rottura della pendenza futura sarà più probabile per le condizioni che hanno portato nel passato la presente instabilità. In altre parole, la previsione di frana per le zone attualmente interessate dalle frane è effettuata valutando la somiglianza tra le condizioni in tali aree e quelle condizioni che hanno determinato le frane in passato.

Pertanto, il modello concettuale consiste nel (Carrara et al. 1995; Vijith e Madhu 2008):

- (a) la mappatura delle frane;
- (b) la mappatura di un insieme di fattori che si suppone siano direttamente o indirettamente connesse con instabilità dei pendii;
- (c) la valutazione delle relazioni statistiche tra i fattori di instabilità e fenomeni di instabilità;
- (d) la classificazione della superficie terrestre in funzione del grado di LS, sulla base dei rapporti statistici rilevati.

La realizzazione della raccolta dei dati (database) è essenziale per la preparazione di una mappa della suscettibilità. Queste informazioni possono essere quindi estrapolate per individuare altre aree potenzialmente franose. L'analisi della suscettibilità delle frane implica la raccolta dei dati, la costruzione di un database territoriale, l'estrazione fattori collegati ai fenomeni franosi, il calcolo dei coefficienti di frequenza, la sovrapposizione dei fattori, la realizzazione e la verifica delle mappe di suscettibilità da frana.

Le procedure possono essere raggruppate sulla base di analisi geomorfologiche, sulle tecniche di trattamento dei dati e degli approcci deterministici.

I primi due sono comunemente utilizzati nelle analisi di rischio regionale, mentre l'ultima è utilizzata negli studi dettagliati, in cui il fattore di sicurezza dei versanti è determinato. Quest'ultimo è probabilmente l'approccio migliore nella valutazione del pericolo, poiché vengono presi in considerazione i principi fisici della stabilità dei versanti.

Tuttavia, una procedura standard per la produzione di mappe di sensibilità da frana non esiste.

Per questo motivo, molti ricercatori hanno utilizzato tecniche diverse e parametri per valutare la suscettibilità di frana nelle diverse parti del mondo.

La maggior parte degli approcci attualmente utilizzati per la valutazione e la mappatura della suscettibilità da frana sono basati su una valutazione accurata della distribuzione spaziale di fattori geoambientali, e nella determinazione di tutte le pre-condizioni per il crollo delle frane. Ciò comporta la manipolazione, l'interpretazione e la rappresentazione grafica di una grande quantità di dati territoriali. I GIS rappresentano un potente strumento per la valutazione di suscettibilità da frana. Per valutare la suscettibilità da frana, nella maggior parte dei casi vengono assegnati valori numerici di ponderazione a ciascuna classe di fattori considerati causali. Un' approccio di tipo quantitativo è basato sia su analisi statistica bivariata che multivariata. Nell'analisi statistica bivariata, ogni mappa di fattori causali è combinata con la mappa di distribuzione delle frane e con i valori di ponderazione basati sulla densità di frana che vengono calcolati per ciascuna classe. Mentre, in analisi statistica multivariata, il peso di fattori causali che controllano il verificarsi frane indica il contributo relativo di ciascuno di questi fattori per il grado di pericolo all'interno di una unità definita. Per il metodo di analisi bivariato, che è quello che si adotterà in questa tesi di dottorato, uno dei vantaggi principali è l'aggiornamento facile della procedura di valutazione della suscettibilità da frana. Inoltre la qualità e gli approcci di analisi statistica bivariata risultano relativamente facili da applicare per la pianificazione territoriale.

## 2.7 Alcune caratteristiche delle immagini raster e prodotti derivati

### Color Space – Spazi Colore

#### Color Threshold

Il modulo Color Threshold viene usato per rimuovere le parti dell'immagine che rientrano in un determinato intervallo di colore. Questo modulo può essere utilizzato per rilevare oggetti con valori di colore uniforme.

L'interfaccia mostra gli istogrammi del rosso, del verde e del blu. Gli istogrammi riportano il valore del pixel (0-255) sull'asse X con il numero di pixel (0-dimensione dell'immagine), che hanno valore di colore lungo l'asse Y. Utilizzando gli istogrammi è possibile filtrare i pixel con i valori al di fuori dell'immagine lasciando l'oggetto desiderato in vista.

Se  $R < R_{\min\_thres}$  o  $R > R_{\max\_thres}$  quindi  $R = 0$

Se  $G < G_{\min\_thres}$  o  $G > G_{\max\_thres}$  quindi  $G = 0$

Se  $B < B_{\min\_thres}$  o  $B > B_{\max\_thres}$  quindi  $B = 0$

Gli istogrammi sono impostati per ignorare tutti i neri e tutti i pixel bianchi nel grafico. Ciò consente per le immagini un po' scure o un po' chiare di mostrare ancora un istogramma utile. Questi valori possono essere aggiunti nuovamente in caso di necessità, ma non pregiudicano il funzionamento della soglia.

Si noti che quando le condizioni di illuminazione si modificano, i valori utilizzati non possono riuscire a segmentare l'immagine correttamente. Assicurarsi di specificare il più ampio valore soglia possibile per tenere conto di questi cambiamenti.

#### Spazio colore YUV

YUV è uno spazio di colore tipicamente usato come parte di un canale di un'immagine a colori. Esso codifica per una immagine a colori o in video, tenendo in considerazione la percezione umana, permettendo la riduzione della larghezza di banda per i componenti della cromaticità, in maniera tale che per gli errori di trasmissione o artefatti della compressione sia più efficiente mascherare alla percezione umana che invece utilizza una "diretta" rappresentazione RGB. Altri spazi di colore hanno proprietà simili, e la ragione principale per implementare o studiare le proprietà di Y'UV è per l'interfacciamento con le tecniche digitali o fotografiche conformi a determinati standard Y'UV.

#### Spazio colore LAB

Lo spazio colore LAB si basa sulla percezione umana del colore. I valori numerici dello spazio Lab descrivono tutti i colori percepiti da una persona con una visione normale. Poiché lo spazio Lab descrive l'aspetto di un colore piuttosto che la quantità di colorante necessaria

per la riproduzione dei colori da parte di una periferica (quale un monitor, una stampante desktop o una fotocamera digitale), viene considerato un modello di colore indipendente da periferica. I sistemi di gestione del colore usano Lab come spazio colorimetrico di riferimento per convertire in modo prevedibile un colore da uno spazio colorimetrico all'altro.

## 2.8 - Simulazioni bi e tri-dimensionali di frane

### Il metodo degli elementi distinti particellari

Il metodo degli elementi distinti particellari (DEM) schematizza un sistema come un insieme di particelle che interagiscono tra loro solo in caso di reciproco contatto. Il comportamento meccanico del mezzo è descritto tracciando i movimenti dei singoli elementi che lo compongono e l'andamento delle forze che si sviluppano nei punti di contatto. Si applicano, in particolare, la seconda legge di Newton, per determinare il moto delle singole unità causato dalle sollecitazioni agenti su esse, e la legge forza-spostamento per aggiornare le forze di contatto conseguenti. Infatti, mentre nei metodi al continuo i contatti fra unità elementari rimangono invariati indipendentemente dalla risposta del modello, nel DEM sono aggiornati ad ogni iterazione in base alla posizione ed al movimento relativo dei singoli elementi.

Il passo fondamentale per la definizione di un mezzo discontinuo è quindi la caratterizzazione di un modello di contatto, il quale si compone in generale di tre parti:

1) un modello di rigidità, che fornisce una relazione tra le componenti normale e tangenziale della forza di contatto ed i relativi spostamenti. Il più diffuso per la sua semplicità è quello lineare, nel quale le forze sono proporzionali agli spostamenti secondo le corrispondenti rigidità.

2) un modello di slittamento che è una proprietà intrinseca delle entità a contatto, particella-particella o particella-elemento al contorno. La condizione di slittamento si verifica quando la componente tangenziale della forza eguaglia il valore massimo ammissibile della forza di contatto tangenziale. Quest'ultimo è dato dal coefficiente di attrito minimo tra le entità a contatto moltiplicato per il modulo della componente normale di compressione della forza.

3) un modello di legame, il quale può prevedere:

- il legame di contatto (contact bond), che riproduce l'effetto d'adesione che si esplica nel punto di contatto e può essere visto come un insieme di due molle elastiche con rigidità normale e tangenziale costanti;
- il legame parallelo (parallel bond), che riproduce l'effetto d'adesione di un materiale aggiuntivo depositatosi dopo che le particelle sono giunte a contatto, la cui rigidità agisce in parallelo con quella di contatto (da qui il nome del modello).

### Schema del metodo

Una simulazione DEM parte con tutte le particelle in una certa posizione attribuendo loro proprietà specifiche ed una velocità iniziale. Poi le forze che agiscono su ogni particella

sono calcolate sulla base dei dati iniziali e sulle leggi fisiche.

Le seguenti forze devono essere considerate nelle simulazioni macroscopiche:

- attrito (friction, when two particles touch each other);
- rinculo (recoil, when two particles collide);
- smorzamento (damping, when energy is lost during the compression and recoil of grains in a collision);
- gravità (gravity: the force of attraction between particles due to their mass);
- coesione ed aderenza (cohesion and/or adhesion when two particles collide and stick to each other);
- “liquid bridging” (wet particles in contact may have a thin liquid film exerting a force on both particles).

Tutte queste forze si aggiungono fino a trovare la forza totale che agisce su ogni particella. Un metodo di integrazione è impiegato per calcolare il cambiamento di posizione e la velocità di ogni particella nel corso di un determinato intervallo di tempo dalle leggi del moto di Newton. Poi, le nuove posizioni vengono utilizzate per calcolare le forze durante il prossimo periodo, e questo ciclo viene ripetuto fino a quando termina la simulazione.

Metodi di integrazione tipici utilizzati nel metodo degli elementi discreti sono:

- l'algoritmo di Verlet (the Verlet algorithm);
- la velocità di Verlet (velocity Verlet);
- “symplectic integrators”,
- il metodo del salto della rana (the leapfrog method).

Simulazione di particelle

Le particelle non sono il più semplice tipo di corpo che è possibile creare in Fisica. Non hanno dimensioni, e poiché non hanno dimensioni non possono essere ruotate. La legge che governa il movimento delle particelle è la 2<sup>a</sup> legge di Newton:  $F = ma$  (Forze di uguale massa per accelerazione). Questa non è la forma completa della legge di Newton, ma la forma semplificata che è adatta alle particelle. La somma vettoriale di tutte le forze che agiscono su particelle uguali ha la stessa direzione e l'orientamento delle accelerazioni. Il ramo della fisica che si è dedicato a questo tema si chiama meccanica classica.

Utilizzando la notazione vettoriale, questa equazione è semplice da risolvere utilizzando un computer anche se si utilizza più forze di diverso tipo, come lo smorzamento (una forza che è proporzionale alla velocità, maggiore è la velocità, maggiore è la forza) o i campi di forza

presenti in Blender. Sono semplici da risolvere, infatti Blender è in grado di calcolare la posizione di migliaia di particelle quasi in tempo reale durante l'animazione.

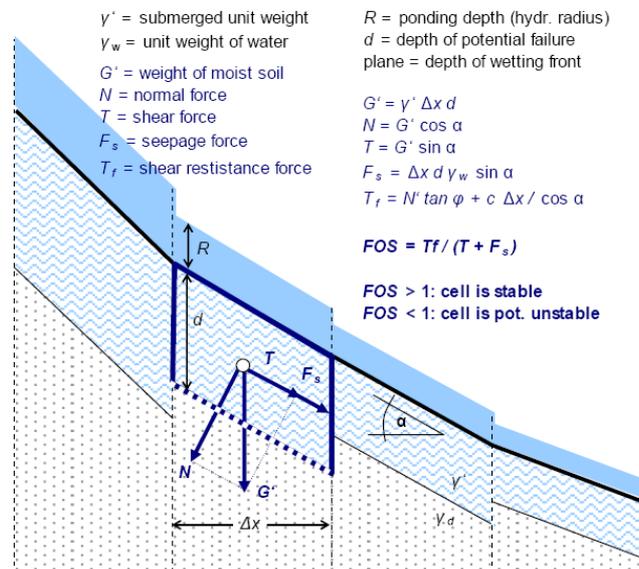


Fig. 2.19 - Forze agenti su una particella e FOS.



# **CAPITOLO 3**

**Rilevamento geologico -  
geomorfologico  
e  
cartografia tematica**



Tutto il rilevamento geologico e geomorfologico effettuato nell'area di Olvera è strettamente legato alla tesi di laurea specialistica “Cartografia geomorfologica applicata dell'area di Olvera (Prov. Cadice, Spagna)” del dott. Suma, con cui sono stati effettuati i rilievi in campo, e alla quale, ovviamente si farà spesso riferimento.

### 3.1 Rilevamento classico e rilevamento attraverso l'uso di un UMPC e l'HSDPA

Il metodo di rilevamento classico (Carta, bussola e martello) resta fondamentale per una corretta raccolta di dati di campagna, ed è stato condotto nell'area con l'ausilio di cartografia topografica di base in scala 1:5.000 (“Mapa Topografico de Cartografia Militar de España”, n° 14 – 43; 1036 Olvera) ed apparecchiature fotografiche per l'ottenimento di immagini descrittive degli elementi litologici e morfologici riconosciuti e rilevati.

Ma il progetto del dottorato è stato sviluppato anche per poter immagazzinare, utilizzare e modificare i dati rilevati velocemente e condividerli in “tempo reale” con tutti i possibili collaboratori esterni attraverso il web. Al rilevamento classico abbiamo quindi introdotto l'uso di un UMPC (§ Cap. 2 Par 2.5.2) (Fig. 3.1).

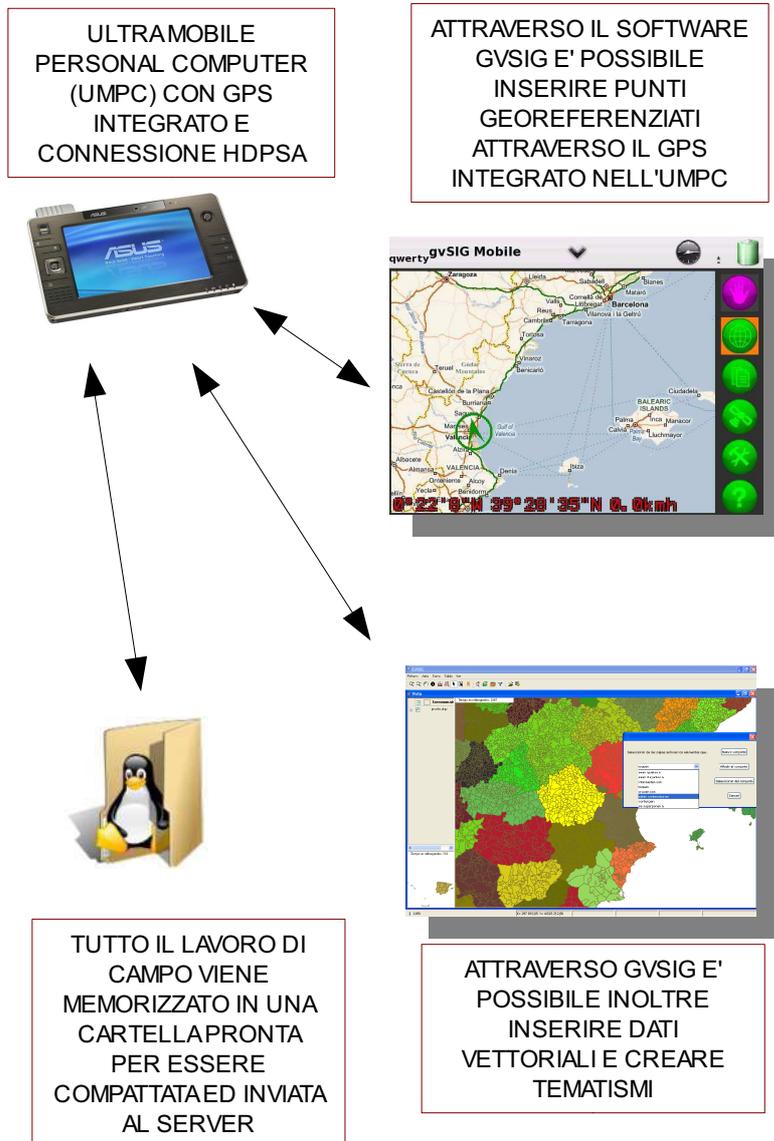


Fig. 3.1 – Uso dell'UMPC in campagna

La prima caratteristica fondamentale è quella di avere un ricevitore GPS (Global Positioning System) integrato per ottenere l'esatta georeferenziazione degli elementi rilevati di maggior interesse. Il SOS GIS che lo gestisce è GvSIG Mobile (§ Cap. 2 Par. 2.4.3.4).

La seconda caratteristica è quella di avere installato sul portatile un software GIS OS base (Flow Chart 3.1) che offre la possibilità di disegnare shape vettoriali e l'inserimento dati sul DB direttamente in loco (es: giaciture, contatti geologici, geomorfologici e tettonici, blocchi isolati, aree di ruscellamento superficiale diffuso, campi di doline, forme strutturali in

blocchi isolati, tratti stradali sottoposti a dissesto, etc.). Il SOS GIS utilizzato per la gestione, realizzazione e modifica degli shape è stato GvSIG (§ Cap. 2 Par. 2.4.3.4).

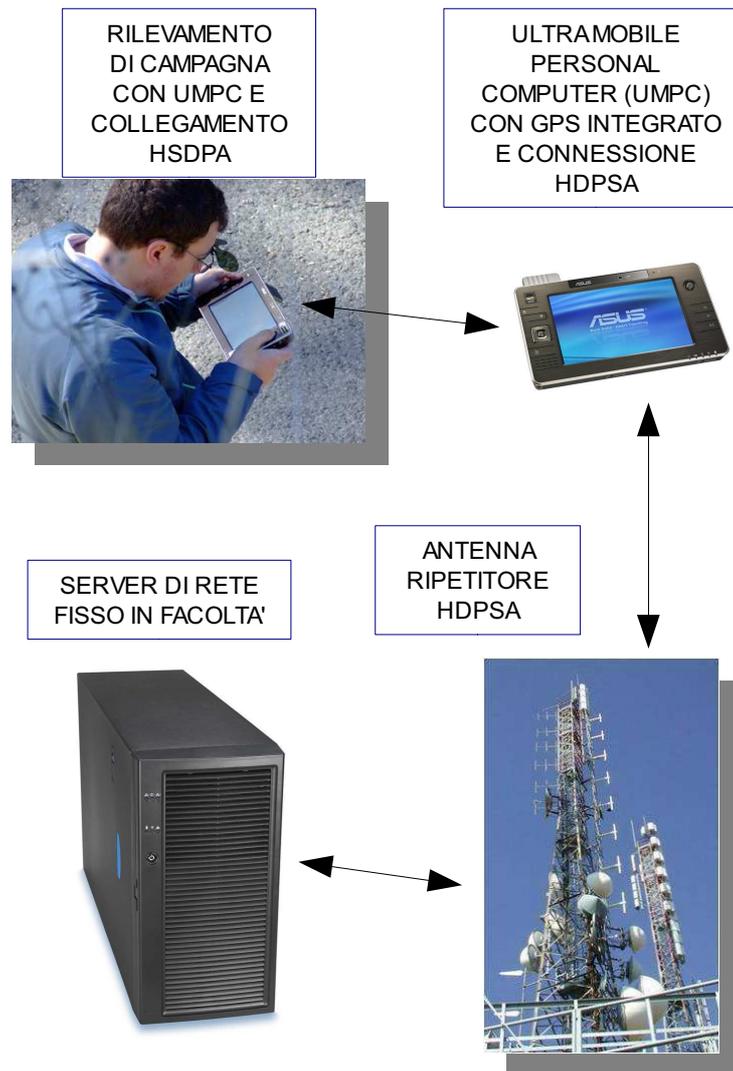


Flow chart 3.1 – UMPC VS GvSIG Mobile.

Un'altra caratteristica è quella di possedere una telecamera integrata collegata al GPS in maniera da poter effettuare foto delle quali in seguito si avranno coordinate geografiche precise.

Ultima caratteristica fondamentale allo sviluppo dell'intero progetto è la capacità da parte dell'UMPC di collegarsi attraverso una connessione HDPSA (§ Cap. 2 Par. 2.5.2) al server di

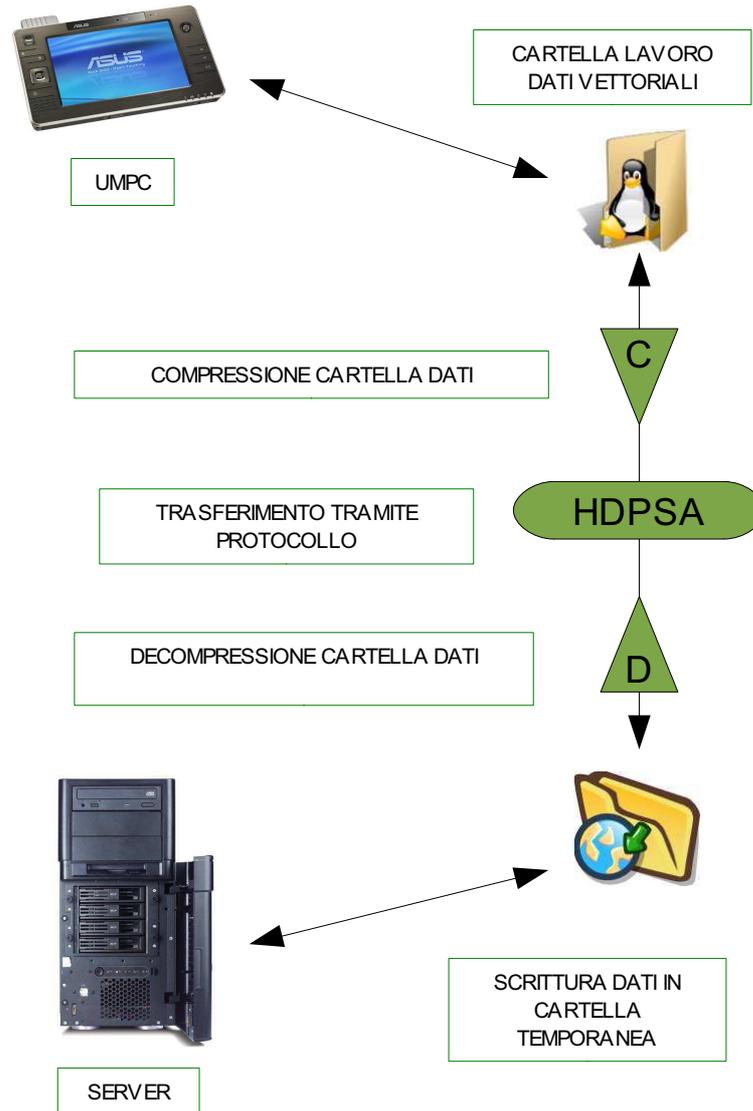
rete in Università (Flow chart 3.2).



Flow chart 3.2 – Flusso dati UMPC via HDPSA al Server.

Per la velocizzazione del trasferimento dei dati via HDPSA è stata predisposta una compressione dati in un unico file, nell'UMPC, ed una decompressione una volta arrivato nel server. In automatico i dati verranno salvati in una cartella dedicata all'archiviazione ed alla gestione dei file (Flow chart 3.3).

Questa connessione veloce non solo permette l'interscambio di dati, ma anche di gestire il server a distanza direttamente visualizzando il desktop remoto (Remote control). Questa caratteristica dell'UMPC risulta importantissima per tutte le analisi ed i lavori effettuati. In questo contesto la connessione ci permette di inviare al server in tempo reale qualsiasi punto GPS rilevato sul terreno ed anche shape vettoriali ed immagini.



Flow chart 3.3 – Compressione dati su UMPC per invio server e decompressione automatica.

Accedendo al DB del server si possono utilizzare tutti i dati, raster (come ortofoto, DTM etc.), vettoriali, etc., troppo pesanti per essere permanentemente sull'UMPC ed alleggerire quindi le operazioni di elaborazione.

La fase del rilevamento di campagna è stata effettuata in concomitanza all'analisi fotointerpretativa di foto aeree.

Per l'interpretazione delle forme strutturali, dei depositi e dei processi che caratterizzano la zona del rilevamento, è stato necessario analizzare foto aeree di alcune strisciate del settore a cavallo tra le province di Cadice, Siviglia e Malaga, edite dalla Junta de Andalucia (I.C.A., in scala 1:30.000 del maggio del 2000). Nel dettaglio si è ricorsi alle strisciate della “Hoja 1036

OLVERA” (e le corrispondenti foto): P-1 (07, 08, 09, 10, 11, 12); P-2 (07, 08, 09, 10, 11, 12); P-3 (07, 08, 09, 10, 11, 12); P-4 (08, 09, 10, 11, 12). Si tratta di immagini fotografiche pancromatiche in bianco e nero (bande spettrali tra 0,4 e 0,7  $\mu\text{m}$ ).

Attraverso lo stereoscopio si sono effettuate l'individuazione, l'identificazione e la classificazione delle forme geomorfologiche deducendone litotipi con variazioni tonali, tessiturali e strutturali molto diverse (specie in calcari ed argille); l'andamento e la posizione topografica (planimetrica ed altimetrica) delle forme di erosione selettiva (cenge, versanti a scalinata, superfici di terrazzamento di glaciais, ecc.) individuare la giacitura (con un certo grado di inevitabile approssimazione) delle rocce stratificate a differente litologia; attraverso la classificazione delle morfostrutture, delle morfoscolture (cuestas, hogback, anticlinali, ecc.) e delle lineazioni di natura tettonica, definire l'assetto geologico-strutturale generale (Suma, 2008).

In particolare il rilevamento di campagna delle aree soggette a franamento si è basato sullo studio e la cartografia dei seguenti punti:

- delimitazione della frana;
- rilievo dei parametri morfometrici, della posizione della frana sul versante e dell'esposizione;
- definizione della tipologia del movimento;
- classificazione litologica e litotecnica;
- analisi strutturale (assetto, spaziatura e alterazione delle discontinuità);
- analisi stratigrafica;
- definizione delle cause predisponenti e innescanti;
- rilievo dei danni;
- valutazione dell'alterazione del regime delle acque superficiali e delle sorgenti;
- stima della profondità della superficie di scivolamento;
- definizione dello stato di attività;
- classificazione dell'uso del suolo;
- censimento di interventi strutturali esistenti;

### **3.2 – Forme rilevate**

#### ***Stratigrafia***

Gli elementi stratigrafici distinti sono dal più antico al più recente i seguenti (Suma, 2008):

- *Trias subbetico indifferenziato* (Subbetico Medio) (Triassico) - Di aspetto caotico e brecciato, vi si

riconoscono marne (rossicce, giallastre e violacee, perciò note come “margas irisadas” ed alle quali si intercalano livelli arenacei, a tratti con strutture di ordinamento interno, di ordine decimetrico,) blocchi di dolomie (di aspetto carniolare e breccioide, oltre che intercalate tra le marne e disposte, generalmente, nei tratti più elevati), gessi (sia intercalati finemente nelle marne, sia rilevabili in forma massiva ed isolata), calcari scuri (d’età liassica), tutte litologie costituenti un’estesa porzione areale in facies tipicamente Keuper (Fig. 3.2). Pure frequenti sono gli affioramenti di rocce basiche subvulcaniche (doleriti), principalmente preservate come piccoli blocchi tettonici e classicamente conosciute come Ofitas (in relazione alla caratteristica tessitura ofitica).



Fig. 3.2 – Affioramento del Trias lungo la strada Algodonales – Olvera.

- *Calcari ad ammoniti* (nome informale) (Subbetico Medio meridionale) (Giurassico) – Affioranti in maniera discontinua nella parte alta della Sierra de las Harinas, sono rappresentati da una successione condensata di spessore modesto (fino ad un metro) e costituiti da marne giallastre e rosate e da calcari nodulari rossastri ad ammoniti (in facies Ammonitico Rosso), con livelli centimetrici di selce bruna e frequenti rostri di belemniti. Riteniamo opportuna una sua distinzione all’interno dell’unità del Subbetico Medio meridionale (diversamente da Medina e Jerez Mir,1990). Ciò in relazione alla buona preservazione fossilifera degli strati affioranti lungo i tagli stradali della carrareccia che conduce in cima alla Sierra, e che potrebbero, pertanto, fornire indicazioni più opportune sulla paleogeografia della zona nel Giurassico medio-superiore. A tal proposito, va evidenziata la notevole abbondanza di fossili di dimensioni importanti, appartenenti all’ordine Ammonitida e, frequentemente, al genere *Macrocephalites* (genere del Calloviano, Giurassico medio), con peculiare sutura ammonitica ben evidente.

- *Calcari di Olvera* (nome informale) (Lias – Dogger) – Genericamente inclusi da Medina e Jerez Mir (1990) nell’unità del Subbetico Medio meridionale, si ritiene opportuno distinguerli da detto complesso, poiché definiscono la quasi totalità delle serie delle vicine Sierra de Lijar (O-

NO) e del Tablón (N-NE), sviluppandosi in successioni potenzialmente correlabili lateralmente e, quindi, funzionali a più dettagliate ricostruzioni paleogeografiche. Si presentano localmente in blocchi di dimensioni variabili (da metriche a decametriche, se non a scala maggiore), essendo ben riconoscibile, d'altra parte, la litologia predominante lungo i fianchi intensamente fratturati dei colli su cui sorgono l'abitato di Olvera (Fig. 3.3) ed il Castillo de Pruna (N di Olvera, nei pressi dell'omonimo centro). Si tratta, complessivamente, di successioni massive di calcareniti e calcilutiti oolitiche bianche e beige, dolomie e dolomie calcaree zuccherine, calcari micritici biancastri con bioclasti, calcareniti ad encriniti grigiastre e, talora, potenti livelli brecciati.



Fig. 3.3 – Affioramento dei Calcari di Olvera in centro città (Suma, 2008).

- *Marne e calcari marnosi bianchi e grigi de las Harinas* (nome informale) (Cretaceo) - Inclusi da Medina e Jerez Mir (1990) nell'unità del Subbetico Medio meridionale, sono rilevabili in due tipi di facies: una di calcari marnosi, marne calcaree e marne grigie del Cretaceo inf., ed una seconda di marne e marne calcaree bianche databili al Senoniano (Turoniano-Maastrichtiano). L'intensa tettonica de formativa cui tale unità è sottoposta nell'intera regione, rende difficile una stima degli spessori, per quanto, drappeggiando l'intera base del fianco meridionale della Sierra de las Harinas, sia possibile prudenzialmente considerare un valore intorno ai 500 metri (Fig. 3.4).



Fig. 3.4 – Affioramento Marne e calcari marnosi bianchi e grigi sul monte Las Harinas.

Unità tipo Flysch Circumbetico (equivalente all'Unità del Aljibe) (Subbetico Interno) (Cretaceo sup. – Neogene inf.) : complessivamente definisce una banda ad orientamento NE-SO (compatibile con la dinamica orogenica betica) e può, a nostro avviso, essere suddivisa ulteriormente in:

- Formazione tetto-sedimentaria delle *argille con blocchi o "Caotico"* (Cretaceo sup. – Neogene inf.): costituisce una formazione tettonica (dunque priva di valore gerarchico formale) che include blocchi di litologia ed età varie, appartenenti a tutte le unità infratorntoniane presenti in zona (Fig. 3.5). La matrice è formata da marne ed argille varicolori (generalmente verdi, grigie e rossicce), di aspetto caotico (localmente con tracce di Tubotomaculum), senza stratificazione visibile e con tratti calcarenitici inglobati di dimensioni variabili (da metrica a chilometrica), di piccolo spessore e finemente laminate;



Fig. 3.5 – Affioramento argille a blocchi.

- *Marne bianche e calcareniti di Monasterejo* (nome informale) (Oligocene): sequenza flyscioide con alternanza di calcareniti e marne bianche e grigie;

- *Arenarie e marne tipo Numidico* (nome informale) (Miocene inf.): equivalenti alle Arenarie del Aljibe (elemento del Complesso del Campo di Gibilterra) ed altresì note come Arenarie

Numidiche (Fig. 3.6). L'insieme è rappresentato da quarzareniti molto pure, supermature principalmente di grana da media a grossa, ben arrotondate, frequentemente eolizzate, di età Aquitaniana, d'aspetto massivo in banchi decimetrici, alternate a livelli di arenarie e marne verdastre prive di fossili determinabili.



Fig 3.6 – Affioramento del Numidico lungo la strada Algodonales – Olvera (Suma, 2008).

Formazioni Postorogeniche:

- *Formazione de La Mina* (Tortoniano – Messiniano): composta in forma monotona di marne calcaree e marne (bianche e grigio-bluastrre) e limi, dando luogo ai rilievi più dolci ed alla maggior estensione dei materiali postorogenici (Fig. 3.7).



Fig. 3.7 – Affioramento Formazione della Mina nella valle a sud di Torre Alaquime (Suma, 2008).

- *Formazione del Gastor* (Tortoniano): distinta da noi informalmente in due membri alternanti e passanti lateralmente a la Fm de La Mina. a) Arenarie e limi (Tortoniano inf.), costituito da un'alternanza di livelli arenitici quarzosi, limi ed alcune intercalazioni torbiditiche. b) Conglomerati (Tortoniano sup.), formato da banchi conglomeratici poligenici (principalmente calcarei) ed alcuni livelli arenitici con laminazioni.

- *Formazione del Setenil* (Tortoniano sup. – Messiniano sup.): informalmente da noi suddivisa in due membri coevi, passanti lateralmente (per cambio di facies) a la Fm de La Mina. a) Calcareniti, in strati centimetrici e con stratificazione incrociata tabulare. b) Arenarie e limi, con resti di lamellibranchi ed alternati a vari livelli conglomeratici (Fig. 3.8).



Fig. 3.8 – Affioramento Formazione del Setenil nel Canyon dell'abitato (Suma, 2008).

- Di dubbia classificazione restano le *Argille gialle del Castillo di Pruna* (nome informale), alla base del blocco di Calcarea di Olvera nei pressi del castello di Pruna e che, per possibile successione stratigrafica, riteniamo dubbiosamente di età terziaria. Unitamente ad esse resta da interpretare la presenza di un esteso affioramento di lave a pillow e doleriti (a tessitura ofitica) a NW di Olvera lungo la Via Verde, all'interno del Trias Subbetico indifferenziato.

## ***Geomorfologia***

### **-Forme strutturali**

#### *Forme strutturali in rocce stratificate o isolate*

Si tratta di rilievi a struttura monoclinale (o, semplicemente, monoclinali), con una forma fortemente condizionata dall'alternanza e dallo spessore di banchi stratificati duri e

teneri. Data la subverticalità degli strati e da una fronte molto ripida, sono da considerarsi a tutti gli effetti degli hogback. Nella zona di studio, le arenarie e limi ed i conglomerati della Fm del Gator assumono un comportamento simile nel settore di SO: per effetto dell'erosione, le parti in rilievo sono rappresentate dai conglomerati, le parti depresse sono scavate nelle rocce più tenere, nella fattispecie argille e limi.

Nel porzione di SE, nei pressi di Torre Alháquime e Setenil, spiccano scenograficamente imponenti rilievi tabulari (tipo mesas) ed annessi orli strutturali di scarpata intagliati nella Fm del Setenil. In conseguenza dell'azione erosiva, i banchi calcarenitici espongono le loro testate formando pareti subverticali data la quasi completa orizzontalità degli strati; quelli teneri, costituiti da arenarie e limi e sottoposti più facilmente alla degradazione, si assestano con pendii meno inclinati. La sequenza alternante di entrambe le litologie conferisce all'insieme la caratteristica forma di versanti a gradinata, con ripiani di denudazione selettiva, detti anche terrazzi di denudazione.

I rilievi calcarei isolati di dimensioni da contenute (è il caso dei blocchi su cui sorge Olvera) ad imponenti (riferendoci al vicino Peñón de Zaframagón), presentano, d'altra parte, caratteri strutturali funzionali all'erosione differenziale su litologie a distinto comportamento meccanico, ragion per cui si è ritenuto opportuno raggrupparle entro tale categoria.

All'interno del Trias subbetico indifferenziato si è riconosciuto, in affioramento, un esteso blocco subvulcanico isolato e costituito da una potente successione metrica di doleriti a tessitura ofitica (grigio-nere, a grana media e composte essenzialmente da pirosseni e plagioclasti) intercalate a lave a pillow. Tale blocco, in struttura filoniana, ha uno spessore di almeno 40 metri ed appare chiaramente incluso, con contatti non chiari, nel manto triassico circostante.

#### -Forme carsiche

Nell'intera regione della Campiña di Olvera sono riconosciute differenti litologie carsificabili (preferenzialmente carbonati e gessi) che, funzionalmente ai valori pluviometrici della zona, producono complessi carsici di un certo interesse. Limitatamente all'areale di studio, le principali forme carsiche si sviluppano nei complessi gessiferi dell'unità del Trias Subbetico indifferenziato, di facies germano-andalusa e propria di altri settori delle Zone Esterne dell'intera Cordigliera Betica (Durán et al., 1998). Ciò nonostante, più a O, il rilievo carbonatico della Sierra de Lijar, presenta una importante varietà di forme endo- ed esocarsiche note in letteratura (Gracia, 2008).

Unitamente alle forme esocarsiche maggiori, sono riconoscibili, sempre nei gessi del Trias di

facies Keuper, forme minori (o microforme) con dimensioni da centimetriche a metriche. Si tratta, prevalentemente, di scannellature (Rillenkarrren liberi, ovvero su roccia nuda, noti anche localmente col termine di lapiaces), piccoli solchi rettilinei subparalleli, separati tra loro da sottili creste aguzze. La lunghezza delle scannellature è di 10-60 cm, la larghezza di 1-3 cm e la profondità inferiore al centimetro.

- Forme, processi e depositi di versante

*Frane da scivolamento rotazionale complesso*

Come già ricordato, la gran parte dei movimenti di massa che interessa la zona di studio è rappresentata da frequenti scivolamenti rotazionali di estensione limitata e localizzati nella parte più bassa dei versanti, laddove la saturazione idrica dei suoli e delle litologie più permeabili ha carattere di maggior rapidità. Entro i limiti territoriali di Olvera, Torre Alháquime ed Alcalà del Valle, si riconoscono le frane da scivolamento più imponenti della zona e che interessano, in misura preponderante, le superfici di contatto tra le Fm post-orogoniche del Setenil e della Mina e la Fm tettono-sedimentaria delle argille con blocchi (Fig. 3.9).



Fig. 3.9 – Nicchia di distacco frana scivolamento rotazionale complesso al contatto tra la formazione del Setenil e la formazione della Mina.

Tali superfici interfacciano, tipicamente, unità basali argilloso-marnose ad altre superiori, a litologia arenacea e molto permeabili. Nella gran parte dei casi, il contatto tra dette unità definisce un livello di scivolamento rotazionale, in corrispondenza del quale l'acqua che si infiltra e permea i materiali arenacei raggiunge la base dell'unità superiore, favorendo la fluidificazione delle argille basali. Nei casi in cui l'incisione delle acque di ruscellamento sia profonda e giunga ad interessare le unità inferiori, le superfici di scivolamento possono essere rappresentate da argille e marne triassiche. In caso contrario, quando l'incisione non abbia tale

grado di approfondimento, l'acqua di infiltrazione può fuoriuscire lungo piani di stratificazione a differente grado di permeabilità, innescando peculiari movimenti rotazionali multipli, come evidente nel settore a S di Torre Alháquime.

*Frane per colamento o colate di terra e fango*

Sono state riconosciute e cartografate colate di fango e colamenti di dimensioni significative (anche superiori ai 100 metri di lunghezza), con particolare frequenza lungo i fianchi delle valli del Guadalporcún e dell'Arroyo Salado, (Fig. 3.10, Fig. 3.11 e Fig. 3.12) interessando le unità di base argilloso-marnose del Miocene (sia del cosiddetto Flysch Circumbetico che delle formazioni post-orogeniche), spesso canalizzate lungo profili di incisione preesistenti.



Fig. 3.10 – Frana presente a Nord di Olvera.



Fig. 3.11 – Frana lungo la Via Verde de la Sierra.



Fig. 3.12 – Frana presente a Nord-Est di Olvera.

In particolare per la realizzazione delle simulazioni di eventi franosi di tipo mud-flow è stata analizzata e cartografata dettagliatamente la frana ad Ovest di dell'abitato di Olvera lungo il Guadalporcún (Fig. 3.13). Sono stati rilevati:

- Morfometria della frana: Area della nicchia di distacco (Fig. 3.14), stima dell'area interessata, spessore del suolo interessato, strutture morfologiche legate al dopo frana.
- Posizione della frana sul versante: posizione dell'unghia e della testata lungo il versante.
- Geologia: caratteri strettamente geologici, informazioni di tipo litologico-tecnico ed l'assetto strutturale del versante in cui si è sviluppata la frana.
- Uso del suolo: informazioni sull'uso del suolo, sulle eventuali tecniche colturali della porzione di versante su cui si è innescato il fenomeno franoso.

- Esposizione del versante: disposizione nello spazio del versante interessato dal fenomeno franoso rispetto ai punti cardinali.
- Idrogeologia: elementi relativi alle acque superficiali o sotterranee presenti nell'area in frana.
- Classificazione dell'evento franoso: informazioni sulla tipologia di movimento, sulla velocità, sul materiale coinvolto e sul contenuto d'acqua.
- Attività: informazioni sullo stato, la distribuzione e lo stile di attività della frana.
- Data della osservazione più recente che ha permesso la valutazione dello stato di attività: data dell'osservazione più recente del fenomeno.
- Datazione dell'evento più significativo: data del più significativo evento connesso con il movimento franoso in questione, non necessariamente il più recente.
- Riattivazioni: date di riattivazione del fenomeno franoso in esame eventualmente verificatesi prima o dopo l'evento più significativo.
- Cause: informazioni sulle cause o fattori predisponenti o innescanti l'evento franoso.
- Segni precursori: informazioni sui fenomeni che possono essere considerati precursori dell'evento franoso.
- Danni: informazioni sui danni a persone e/o a beni causati dal fenomeno franoso censito e loro costi.
- Stato delle conoscenze: esistenza o meno di relazioni o studi a carattere tecnico eseguiti nell'area in frana, nonché la tipologia di eventuali indagini geognostiche e di sistemi di monitoraggio del fenomeno franoso esistenti.
- Interventi esistenti: descrizione della tipologia degli interventi esistenti di consolidamento, sistemazione del movimento franoso e mitigazione dei danni.

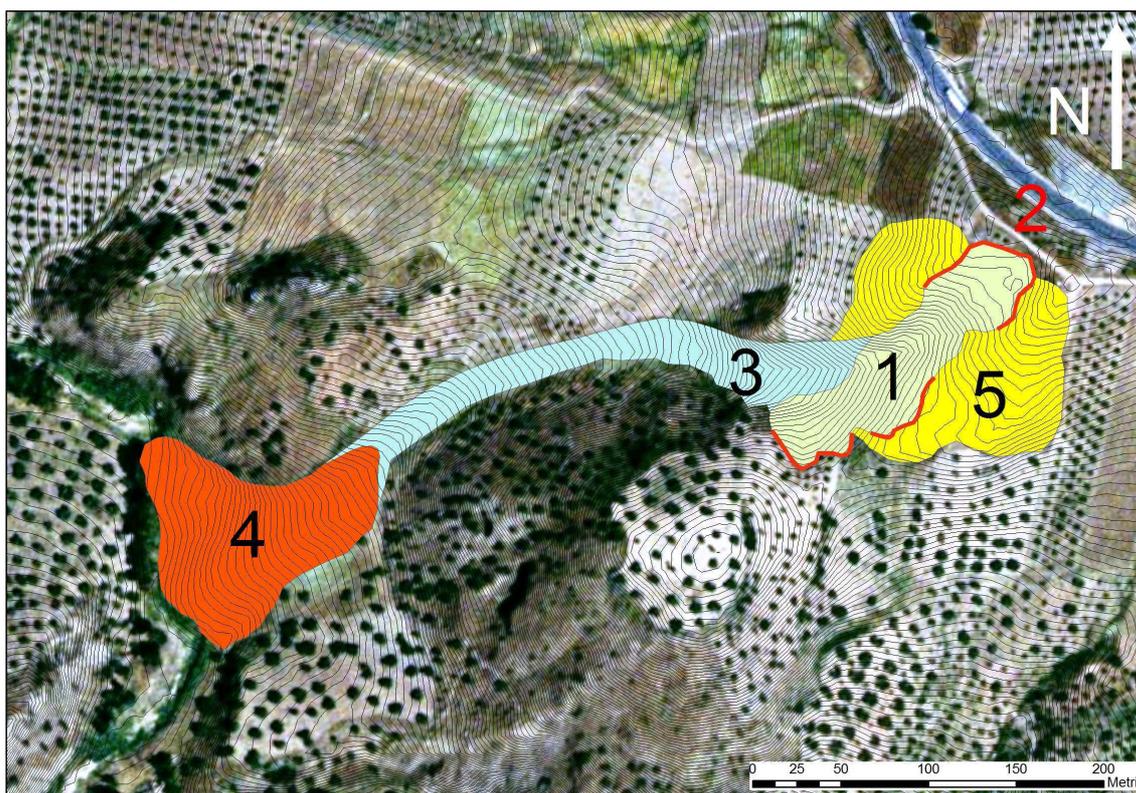


Fig. 3.13 – Carta del rilevamento della colata a SO di Olvera (1- Area di distacco; 2 – Nicchia di distacco; 3 – Area di scorrimento; 4 – Area di accumulo; 5 – Area a rischio).

Relativamente a questa colata, la presenza di strutture di piping diffuso (o subsurface erosion) sotto forma di “vaschette” decimetriche (saltuariamente colme d’acqua) e sparse abbastanza uniformemente su filari paralleli in corrispondenza della testata della frana. Il ruolo svolto da tali strutture non è ancora ben noto in letteratura, per quanto vi siano ragionevoli elementi per asserire che esse siano segnali di attivazione della massa gravitazionale. L’indebolimento dell’armatura del suolo, causata dal piping iniziale, produce, difatti, la subsidenza di piccole porzioni dello stesso, con la formazione di strutture di collasso (le “vaschette”, per l’appunto) di dimensioni via via maggiori e determinanti l’innescò dei successivi movimenti di masse liquefatte di suolo lungo il pendio.



Fig. 3.14 – Area della nicchia di distacco della colata a SO di Olvera.

### *Frane per crollo*

Hanno dimensioni poco rilevanti e talora difficilmente cartografabili. Derivano dal distacco di masse di roccia da pendii molto accentuati, quasi esclusivamente in vicinanza dei grandi blocchi isolati giurassico-cretacei del Subbetico Medio sparsi diffusamente nel territorio in esame (Fig. 3.15). Hanno una certa rilevanza negli areali limitrofi, specie lungo i fianchi della Sierra de Lívar e ad E di Olvera. In tale schema classificativo rientrano pure colate di detrito e cadute di blocchi calcarenitici dai fianchi del canyon scavato dal Río Trejo, nei pressi di Setenil.



Fig. 3.15 – Frana da crollo ad Est di Olvera.

### *Forme idriche e fluviali*

Nell'elencazione di tali forme rientrano aspetti relativi sia alla dinamica fluviale (Terrazzi fluviali), sia al modellamento delle superfici attraverso il dilavamento (Rills, Gullies e Calanchi), sia alle superfici di spianamento (Superfici terrazzate di Glacis).

#### *Terrazzi fluviali*

Sono presenti sia lungo l'Arroyo Salado, sia lungo il Gadalporcún che lungo l'Arroyo de Alonso. Sono riconoscibili principalmente due livelli (uno superiore, sospeso, ed uno inferiore, corrispondente alla piana di inondazione fluviale). Molto bassi topograficamente (prossimi all'attuale alveo) hanno dimensioni molto contenute e sono presumibilmente coevi e legati alle variazioni del livello di base dei fiumi. Sequenze complete e ben più conosciute e studiate di terrazzi fluviali sono localizzate fuori dalla zona rilevata, nel tratto medio del Guadalete, laddove il Gadalporcún si raccorda a quest'ultimo in una valle a fondo pressoché

piano.

### *Superfici di Glacis*

Nel settore sudorientale della Campiña di Olvera è possibile riconoscere alcuni caratteristici glacis d'erosione in roccia tenera e pedimentazione diffusa, forme di transizione dai versanti (in arretramento) al fondovalle con debole inclinazione (dai 3° agli 8° di pendenza, Gutiérrez, 2005).

### *Rill erosion (o erosione a rivoli)*



Fig. 3.16 – Rill erosion su di un versante coltivato ad ulivi.

Tutta l'area è interessata da ruscellamento superficiale (con comportamento di tipo hortoniano), favorito dalla litologia e dall'intenso uso del suolo per la coltivazione di ulivi o per la pastorizia, i quali, a loro volta, hanno accentuato detti processi idrici superficiali (specie lungo i pendii più pronunciati). Nella zona di Olvera, in particolare, va segnalato come l'olivicoltura intensiva ha condotto ad una disposizione degli alberi a filare, ciò favorendo il run-off superficiale lungo superfici preferenziali, nonché l'innescò e lo sviluppo di forme erosive (tipo rills e gullies), con significativa perdita di suolo ed esposizione subaerea delle radici (Fig. 3.16).

### *Gully erosion (o erosione a solchi) e Calanchi*

La forte concentrazione del flusso superficiale ("ruscellamento concentrato") in rivoli dotati di portata e velocità di corrente elevate, fa sì che l'acqua inneschi un'erosione lineare accentuata, scavando fossi, solchi d'erosione e calanchi. Questi, allungandosi e ramificandosi diffusamente, drenano l'acqua che scorre nell'area circostante (erosione a solchi, gully erosion, o abarrancamientos). Ne risulta la formazione di campi di calanchi e gullies profondi,

specialmente nei dintorni di Olvera e Torre Alháquime, laddove l'intenso pascolo ed allevamento di bestiame provoca il calpestio continuo di suolo su fianchi significativamente vulnerabili. Le forme calanchive si distinguono dalle gullies per caratteri morfometrici e comportamento idrologico. Tali calanchi (noti anche con i nomi di badlands o carcavas) costituiscono forme intermedie tra le gullies ed i rills (Fig. 3.17).



Fig. 3.17 – Gully erosion lungo la Via Verde de la Sierra.

#### - Forme antropiche

Zone di estrazione e scavo (cave attive e non attive), discariche, reti stradale e ferroviaria, attività umane (agricoltura, allevamento).

L'attività estrattiva risulta particolarmente intensa nelle zone ad E di Olvera e nei pressi di Torre Alháquime, esplicandosi nel significativo sfruttamento dei litotipi gessiferi ed argillosi per la produzione di inerti e laterizi. Congiuntamente ad essa va segnalato il forte impatto esercitato dalle diffuse attività agricole e di allevamento nell'innescare dinamiche di versante (come evidenziato in precedenza). D'altra parte, tanto le infrastrutture stradali quanto quelle ferroviarie (queste ultime prima abbandonate e poi riconvertite in percorsi cicloturistici), suppongono pure tagli e modificazioni importanti nei profili d'equilibrio dei versanti, innescando conseguentemente importanti processi gravitativi e di erosione idrica.

#### - Strade dissestate

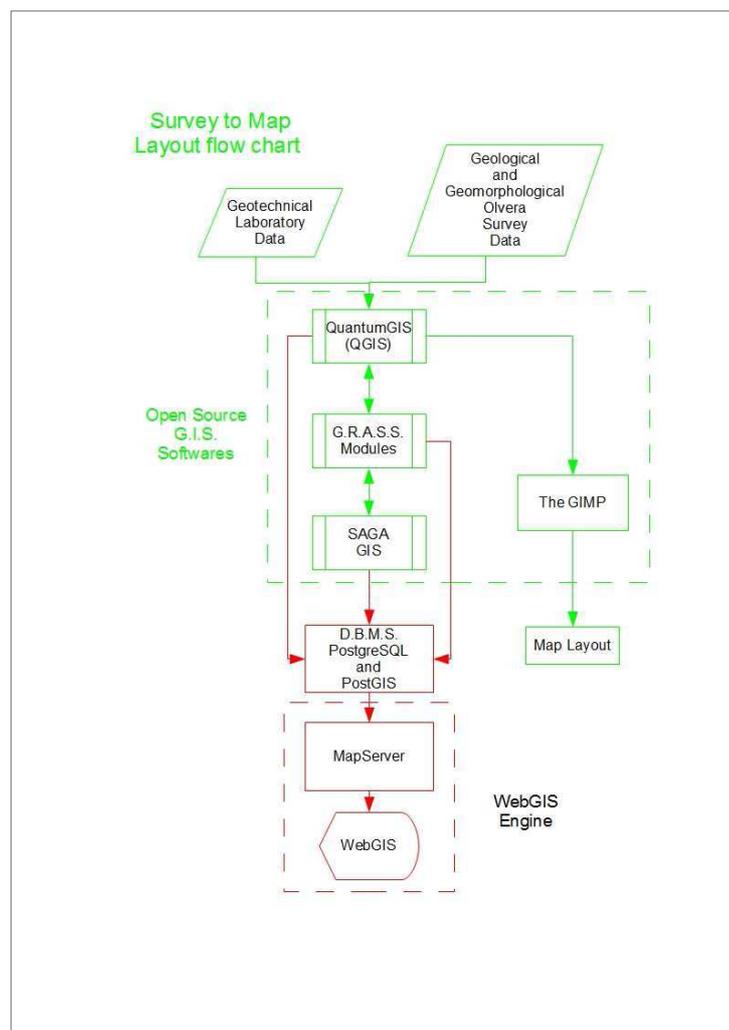
Attraverso l'uso dell'UMPC è stato possibile fotografare e prendere direttamente le coordinate del tratto stradale interessato. In questo modo è stato realizzato uno shape lineare del tratto stradale a rischio (Fig. 3.18)



Fig. 3.18 – Tratto stradale nei pressi di Olvera interessato da cedimento di terreno.

### 3.3 Realizzazione delle carte tematiche attraverso l'uso di GIS OS

Tutti i dati ed i rilievi del rilevamento geologico - geomorfologico, come più volte ripetuto, attraverso l'uso di software OS sono stati inseriti, gestiti ed elaborati in maniera da ottenere carte tematiche e database contenenti informazioni utili alla gestione e alla salvaguardia del territorio. Di seguito riportiamo una flow-chart dei passaggi effettuati dal rilevamento alla realizzazione cartografica (Flow chart 3.4).



Flow chart 3.4 – Dal rilevamento geomorfologico alla cartografia (layout map) in verde.

I dati della zona Olvera sono stati inseriti in un geodatabase progettato e organizzato ad-hoc (Vedi Cap. 4 Par. 4.2). QuantumGIS (QGIS) (Cap. 2 Par. 2.4.3.1) versione 0.11.0 Metis (Fig. 3.19) è stato selezionato per ottenere livelli di informazione tematica. Questo sistema GIS Open Source, rilasciato sotto licenza GNU General Public License, gira su Linux, Unix, Mac OSX e sistemi operativi Windows. Supporta dati vettoriali, raster, e vari formati di database.

In QGIS è stato importante utilizzare i seguenti moduli: gestione layer, gestore moduli GRASS, interpolazione, importa layer in PostgreSQL, aggiungi layer PostGIS, strumenti GPS, georeferenziatore, spatial operation on vector layer e Mapserver export. Questi hanno permesso di inserire, gestire e modificare i dati spaziali per generare la cartografia tematica, in particolare sono risultati fondamentali i moduli di interconnessione con i DBMS PostgreSQL e PostGIS, l'interfaccia con i moduli di GRASS (Fig. 3.20) (§ dopo) e il generatore di file .map di Mapserver per la compilazione e visualizzazione dei dati via web con il WebGIS (§

prossimo capitolo).

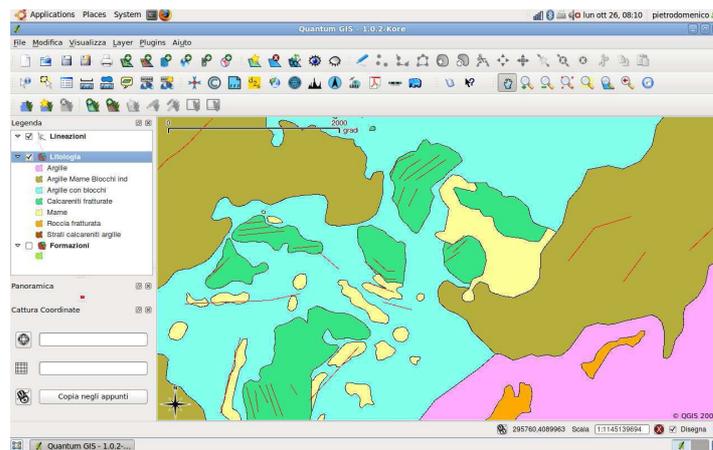


Fig. 3.19 – Interfaccia grafica (GUI) di QuantumGIS.

Come prima riportato, i dati possono essere importati in GRASS (Cap. 2 Par. 2.4.3.2), PostgreSQL (Cap. 2 Par. 2.4.4.1) e PostGIS DB (Cap. 2 Par. 2.4.4.2). QGIS gestisce sia file ESRI che file di GRASS i quali permettono all'utente di interagire con i dati elaborati con il software proprietario, nonché quelli derivati da un software OS.

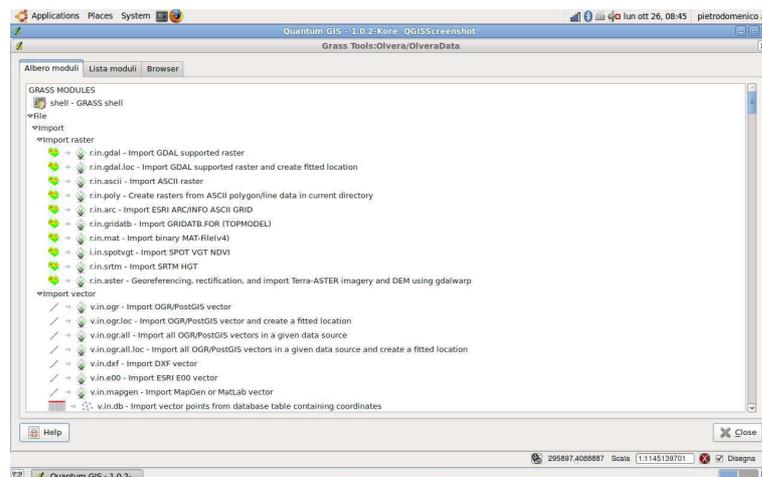


Fig. 3.20 – Interfaccia grafica (GUI) dei moduli di GRASS.

QGIS può lavorare su mapset GRASS e dati con moduli plugin di GRASS. Verranno di seguito riportati i comandi utilizzati sia per la realizzazione della cartografia tematica che per la realizzazione della carta della suscettibilità (§ Cap. 5).

I moduli GRASS utilizzati in QGIS, divisi per tipologie, sono stati:

Per l'importazione, esportazione, conversione e gestione dati raster e vector sono stati utilizzati *r.in.gdal* (import raster), *v.in.ogr* (import vector), *r.out.gdal.gtiff* (export raster GeoTiff),

*v.out.ogr* (export vector), *r.to.vect.point* (convert a raster to vector), *v.to.rast.constant* (convert a vector to raster) e *g.region* (save your geographic region);

Per le analisi spaziali e di colore *r.colors.table* (manage map color) e *r.buffer* (raster buffer);

Per i calcoli più complessi come gli overlap per la realizzazione della carta della suscettibilità *r.mapcalc* (raster map calculator and spatial analysis);

Per la gestione delle proiezioni *g.proj.geo* (conversione proiezioni);

Per le analisi spaziali (Terrain analysis) *r.slope.aspect.slope* (pendenze da DEM), *r.slope.aspect.aspect* (esposizione dei versanti da DEM) e *r.drain* (flusso da un DEM);

Per i modelli spaziali in idrogeologia il gruppo di comandi di *Spatial models*, per i vettori ed altri tipi di immagini i gruppi *Vector* e *Imagery*, per le analisi statistiche il gruppo *Statistics*;

Per terminare, i due più importanti il gruppo *Database* che permette la gestione, lo sviluppo e l'interconnessione con PostgreSQL e PostGIS e *nviz* per le visualizzazioni tridimensionali.

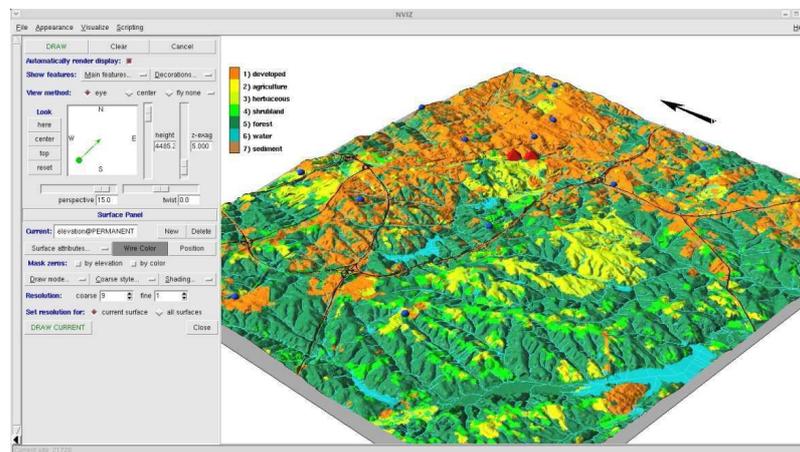


Fig 3.21 – Interfaccia grafica 3D nviz di GRASS.

Riportiamo di seguito tutti gli shape realizzati per la creazione della carta geologica e geomorfologica: geologia, litologia, area delle frane, aree a gully erosion, aree a rill erosion, streams (reticolo idrografico generato da DEM), strade principali (a rischio), giaciture, lineazioni, terrazzi fluviali, superfici di glacis ed area di piana alluvionale.

Per generare ed analizzare un Digital Elevation Model della zona Olvera, tenendo conto di rilievo e topografia circostante, sono stati utilizzati GRASS e SAGA GIS (Cap. 2 Par. 2.4.3.3). Con l'utilizzo di questi programmi sono state realizzate la carta delle pendenze, l'esposizione del versante e gli spartiacque della zona di studio, inoltre è stato possibile realizzare la carta dei rami fluviali. I dati DEM sono stati ottenuti dai prodotti cartografici della Junta de Andalucia. La densità spaziale dei DEM è 10x10 metri generate da un volo

aereo degli anni 1998-1999.

L'analisi dei Digital Elevation Model ha permesso il riconoscimento di alcuni elementi morfologici (superfici di glaciai, aeree di pedimentazione, superfici di terrazzamento fluviale, sviluppo coalescente di doline su terreni triassici gessiferi, lineazioni tettoniche altrimenti non facilmente interpretabili) ed idrologici (bacini idrografici e sue gerarchizzazioni, reticoli fluviali, aeree di potenziale dissesto idrogeologico) di una regione sufficientemente vasta, onnicomprensiva degli elementi caratterizzanti la zona di studio e, pertanto, di indubbio valore interpretativo. Ma soprattutto ha permesso la realizzazione di una carta di Classi di acclività. Uno degli aspetti applicativi più interessanti nell'utilizzo delle funzionalità offerte dalle estensioni di GRASS 3D è sicuramente coinciso con la possibilità di definire opportune classi di acclività (o di pendenza dei versanti). La ragione di tale importanza va ricercata nell'osservazione basilare che una gran varietà di forme (siano esse prodotte da fenomeni di degradazione o erosione del versante, o, piuttosto, da forme strutturali che controllano la dinamica dei versanti, e così via) osservabili nell'area di studio presenta dei caratteri fisiografici e morfometrici distintivi, al punto da poter costituire un criterio di identificazione e di classificazione non sostitutivo, ma complementare, alla pratica fotointerpretativa ed al rilevamento sul campo. Angoli di attivazione di eventi franosi di tipo mud-flow risultano compresi tra i 25° ed i 40°. Applicando tale criterio, sono state riconosciute e digitalizzate le aree che rientravano nel suddetto range di pendenze. Risulterà particolarmente utile per la realizzazione delle carte della suscettibilità.

L'esportazione di una mappa tematica non è ancora ben sviluppata nei moduli GIS Open Source (QGIS, GRASS e Saga layout GIS) e quindi è necessario elaborare le immagini ed impostare un nuovo layout. Per questo abbiamo utilizzato il software open source The Gimp (Cap. 2 Par. 2.4.5.2). Il primo passo è stato quello di esportare una prima mappa direttamente dal modulo export di QGIS e di aprirlo in The Gimp. Una volta verificate le dimensioni di esportazione, per non perdere le dimensioni della scala, è stato creato un cartiglio per creazione del layout. Infine sono stati estrapolati e posizionati i singoli elementi (Nord, barra chilometrica, titolo, legenda, etc.) per generare la mappa finale. Una volta terminata questa fase, sono stati apportati dei miglioramenti alla legenda, al testo con il dimensionamento dei font, il colore e il logo.

Si riportano le carte geologica e geomorfologica realizzate con i metodi visti in precedenza (Fig. 3.22 e Fig. 3.23).

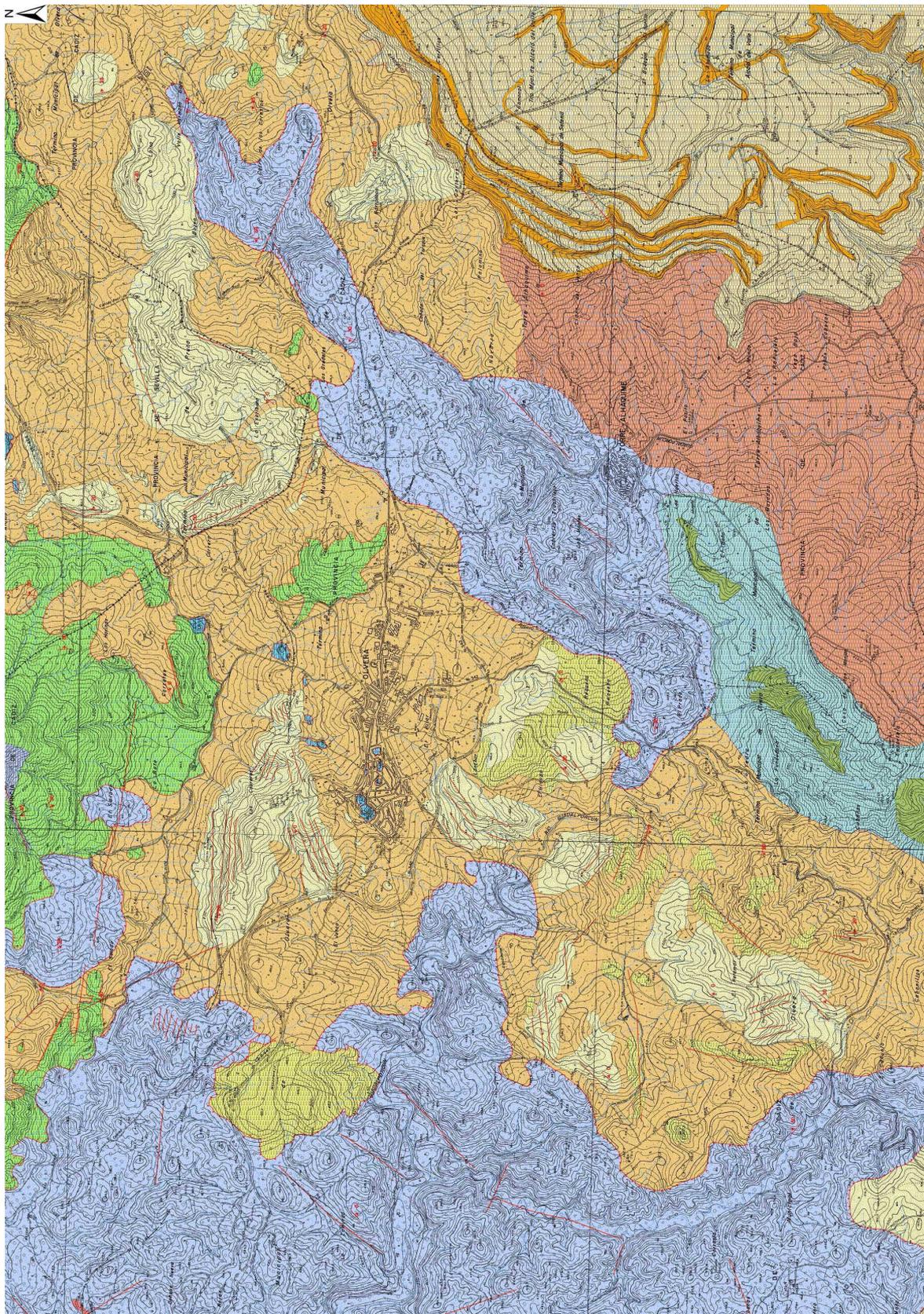


Fig. 3.22 – Carta geologica dell'area di studio.

## Legenda

-  Giaciture
-  Contatto stratigrafico discordante o paraconcordante
-  Contatto tettonico per sovrascorrimento
-  Finestra tettonica
-  Lineazioni
-  Reticolo idrografico

## Formazioni

-  **Formazione del Setenil - Arenarie e limi (Tortoniano sup. – Messiniano sup.)**  
Arenarie e limi bianchi e gialli, con resti di lamellibranchi ed alternati a vari livelli conglomeratici.
-  **Formazione del Setenil - Calcareniti (Tortoniano sup. – Messiniano sup.)**  
Calcareniti giallastre, in strati centimetrici e con stratificazione incrociata tabulare, spessore di 40 o 50 metri.
-  **Formazione del Gastor - Conglomerati (Tortoniano sup.)**  
Banchi conglomeratici poligenici (principalmente calcarei) ed alcuni livelli arenacei di 10-20 metri di spessore con laminazioni e fortemente inclinati.
-  **Formazione del Gastor - Arenarie e limi (Tortoniano inf.)**  
Alternanza di livelli arenitici quarzosi, limi ed alcune intercalazioni torbiditiche.
-  **Formazione de La Mina (Tortoniano – Messiniano)**  
Marna calcaree e marna (bianche e grigio-bluastrae), localmente laminate in banchi decimetrici o massive, e limi.
-  **Arenarie e marna tipo Numidico (nome informale) (Miocene inf.)**  
Quarzareniti molto pure, supermature, di grana da media a grossa, ben arrotondate, frequentemente eolizzate, alternate a livelli di arenarie e marna verdastre prive di fossili.
-  **Marna bianche e calcareniti di Monasterejo (nome informale) (Oligocene)**  
Alternanza di calcareniti e marna bianche e grigie.
-  **Argille con blocchi o "Caotico" (Cretaceo sup. – Neogene inf.)**  
Formazione tettono-sedimentaria a marna ed argille varicolori (verdi, grigie e rossicce), di aspetto caotico senza stratificazione visibile e tratti calcarenitici inglobati di dimensioni variabili, di piccolo spessore e finemente laminate.
-  **Argille gialle del Castillo de Pruna (nome informale) (Terziario?)**  
Argille prive di alcuna stratificazione visibile, massive e dal colore giallognolo prive di tracce fossili.
-  **Marna e calcari marnosi bianchi e grigi de las Harinas (nome inf.) (Cretaceo)**  
Due facies: a) calcari marnosi, marna calcaree e marna grigie (Cretaceo inf.); b) marna e marna calcaree bianche (Turoniano-Maastrichtiano).
-  **Calcari ad ammoniti (nome informale) (Subbético Medio merid.) (Giurassico)**  
Marna giallastre e rosate, calcari nodulari rossastri ad ammoniti, livelli centimetrici di selce bruna e rostri di belemniti.
-  **Calcari di Olvera (nome informale) (Lias – Dogger)**  
Blocchi di dimensioni variabili di successioni massive di calcareniti e calcilutiti oolitiche bianche e beige, dolomie e dolomie calcaree zuccherine, calcari micritici biancastri con bioclasti, calcareniti ad encriniti grigiastre e, talora, potenti livelli brecciati.
-  **Trias subbético indifferenziato (Subbético Medio) (Triassico)**  
Aspetto caotico e brecciato, marna (rossicce, giallastre e violacee), livelli arenacei, blocchi di dolomie, gessi, calcari scuri, rocce basiche subvulcaniche (doleriti).
-  **Blocco Vulcanico**  
Blocco vulcanico  
Struttura filoniana di lave a pillow e doleriti, di estensione metrica.

Fig. 3.22 – Legenda Carta geologica dell'area di studio.

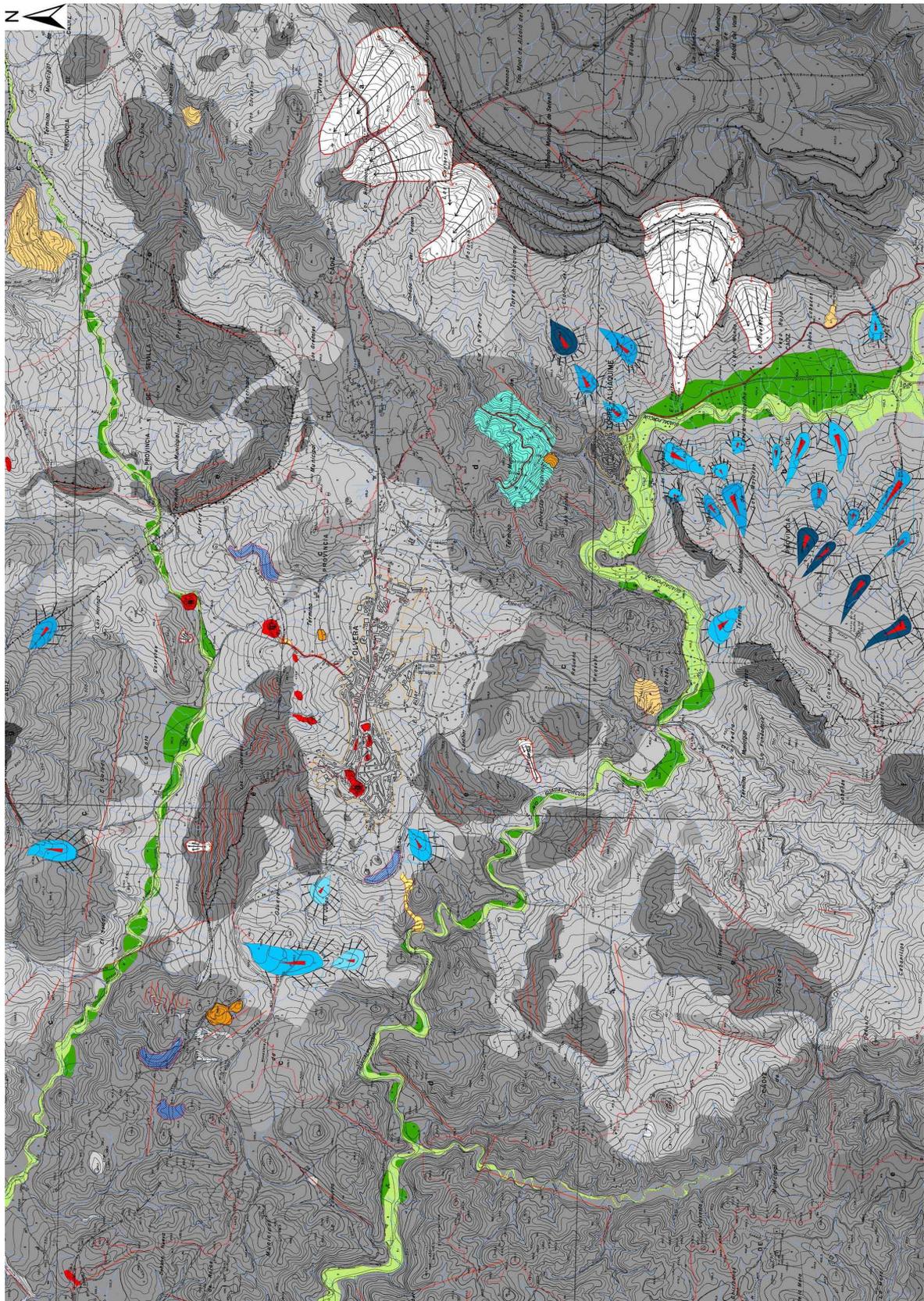


Fig. 3.23 – Carta geomorfologica dell'area di studio.

## Legenda

### Forme Strutturali

- Lineazioni
- Orli strutturali di scarpata
- Blocchi isolati

### Forme Antropiche

- Tratti stradali dissestati
- Centri abitati
- Riempimento artificiale, discarica
- Zone di estrazione e scavo

### Forme Fluviali

- Reticolo idrografico
- Piana d'inondazione fluviale
- Terrazzi fluviali
- Aree di erosione a sochi (gully erosion)
- Rills
- Area di erosione a rivoli (rill erosion)

Superfici terrazzate di glacis

Ordini (range altezze)

- 1 (570 - 600 metri)
- 2 (500 - 540 metri)
- 3 (460 - 500 metri)
- 4 (420 - 440 metri)

Linee di fronte di glacis

- Fronte 1 ordine
- Fronte 2 ordine
- Fronte 3 ordine
- Fronte 4 ordine
- Bacini idrografici

### Forme Carsiche

- Doline di collasso e a contorno diffuso

### Forme, processi e depositi di versante

- Versante regolarizzato
- Colata
- Frana

### Litologia

- Argille (a)
- Argilla e marne gialle (b)
- Marne (c)
- Argille marne blocchi ind. (d)
- Arenarie (e)
- Calcareniti (f)
- Calcari (g)

Fig. 3.23 – Carta geomorfologica dell'area di studio e legenda.

# **CAPITOLO 4**

**Gestione server,  
DBMS,  
sito internet  
e  
WebGIS**



## 4.1 - Server

Un server di rete si è reso necessario poiché per la realizzazione del progetto per il quale era fondamentale la connessione on-line per la consultazione, la gestione e l'elaborazione dei dati in tempo reale o in breve tempo. In particolare la connessione tra l'UMPC e il server ha permesso un interscambio di dati atto a visualizzare, modificare e elaborare i valori numerici raccolti direttamente in campo e soprattutto sfruttare la potenza di calcolo del server.

Per la sua realizzazione e la gestione dell'apparato abbiamo installato il pacchetto LAMP, in particolare quello di Linux Ubuntu Server versione 9.04 (§ Cap. 2 Par. 2.4.1.1), che automaticamente lega al suo sistema operativo gli altri tre pacchetti indispensabili per la visibilità in rete e la gestione del database generale con MySQL (Fig. 4.1).



Fig. 4.1 – Finestra di Linux Ubuntu Server versione 9.04.

Il pacchetto LAMP installa assieme al sistema operativo anche Apache2 (§ Cap. 2 Par. 2.4.2.1) che gestisce i collegamenti con l'esterno (WEB), Php5 (§ Cap. 2 Par. 2.4.2.2) che gestisce le pagine web dinamiche, e MySQL (§ Cap. 2 Par. 2.4.2.3) che permette la gestione dei dati nel suo DB.

Queste applicazioni permettono ad un utente connesso in rete di poter visualizzare pagine web, accedere ai servizi di un sito internet e l'interscambio di dati.

Questo pacchetto è l'anima del sistema che anche dal punto di vista della sicurezza informatica risulta tra le migliori combinazioni.

### Automazione

Per velocizzare molti dei passaggi più ostici, intrinseci dei sistemi OS, sono stati

utilizzati alcune tecniche macro di programmi e script ad-hoc.

In particolare:

- GRASS ed i suoi moduli permettono di registrare tutti i passaggi, che vengono effettuati in una sessione, in un unico file che può essere riutilizzato impostando come input un'immagine raster o uno shape presente in una determinata cartella, per esempio, quella di destinazione dei dati dall'UMPC sul campo.
- Il trasferimento dati UMPC – Server è stato completamente automatizzato tramite script in Python permettendo durante una sessione sul campo di inviare e ricevere file ed eseguire calcoli sul server in tempo reale.
- Le interfacce web, direttamente in rete, consentono, anche in caso di malfunzionamento dell'automazione, di accedere tramite password all'intero sistema server oppure solo ai database interni.
- Tramite l'opzione controllo remoto del desktop è possibile gestire tramite finestra direttamente il desktop del server.

## 4.2 - DBMS

Il DBMS MySQL (Fig. 4.2) è un DB legato alla gestione dei file del server, come password, date ed altro. Per quello che riguarda invece la gestione di dati spaziali è stato necessario l'utilizzo di PostgreSQL (§ Cap. 2 Par. 2.4.4.1) (Fig. 4.3) e PostGIS (§ Cap. 2 Par. 2.4.4.2).

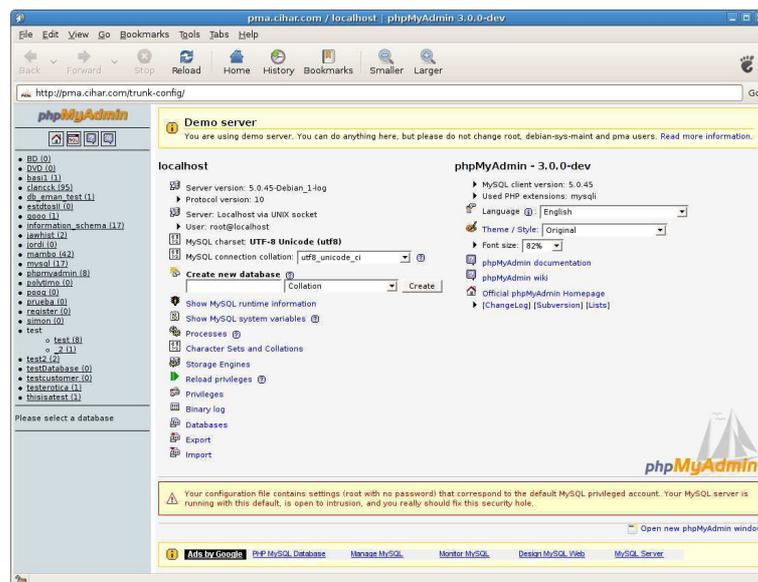


Fig. 4.2 – Finestra di interfaccia di MySQL.

La scelta è ricaduta su questi due database, non solo per la loro qualità riconosciuta come DMBS OS, ma soprattutto perché ben si integrano con i SOS GIS che abbiamo deciso di utilizzare.

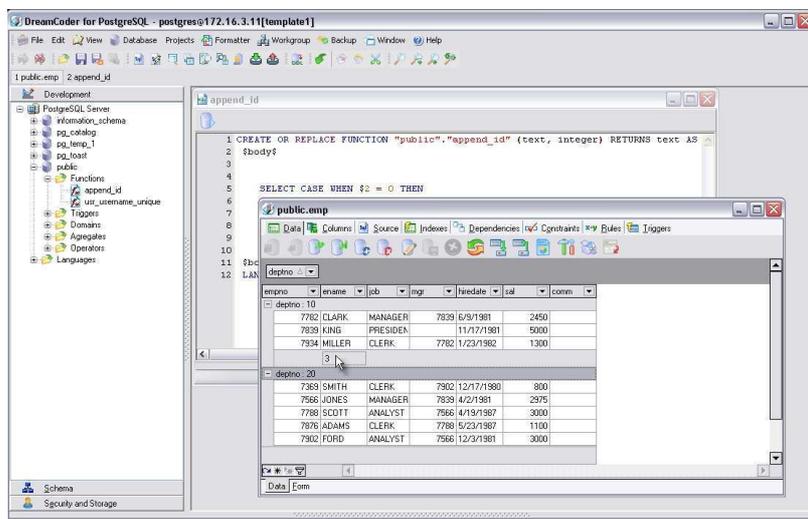


Fig. 4.3 – Finestra di interfaccia di PostgreSQL.

Questo insieme di programmi software DBMS controlla l'organizzazione, la conservazione, la gestione e il recupero dei dati.

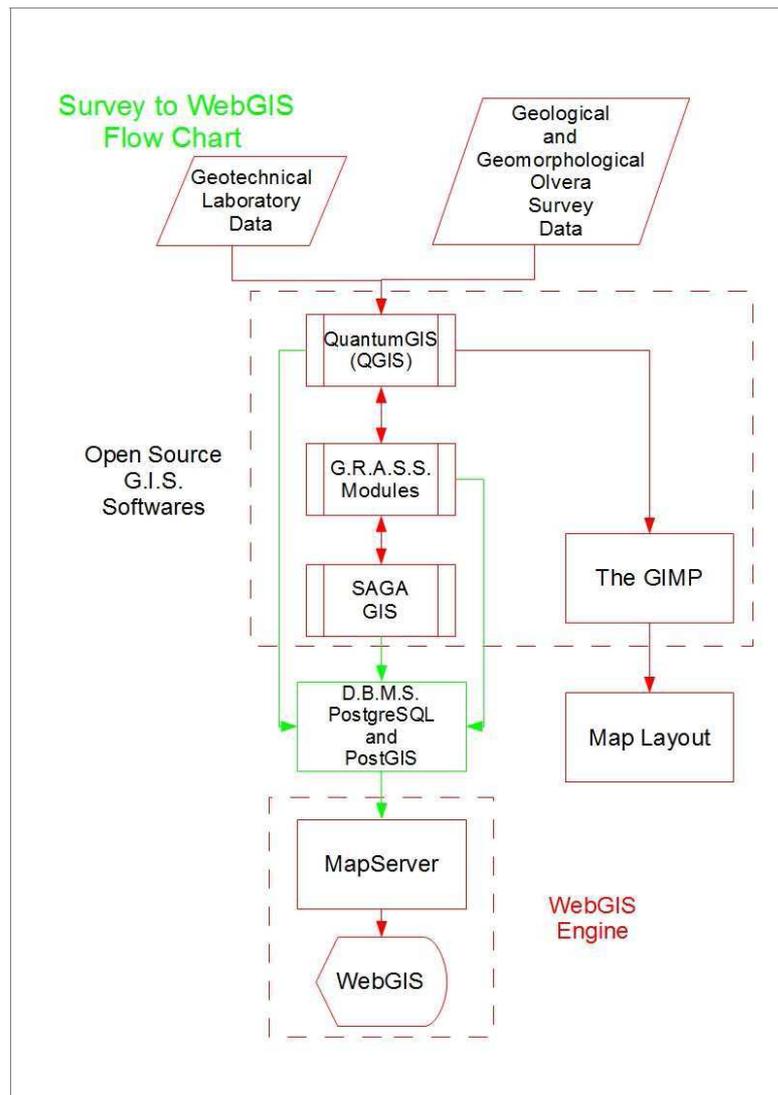
Il DBMS accetta richieste di dati dai programmi applicativi e incarica il sistema operativo di trasferire i dati richiesti.

Quando si utilizza un DBMS, l'informazione può essere cambiata molto più facilmente e l'organizzazione dei dati informativi semplificata. PostGIS e PostgreSQL sono stati usati come supporto per gli oggetti geografici e database object relational derivati dal rilevamento dell'area di Olvera. PostGIS aggiunge il supporto per oggetti geografici con dati legati al database relazionale PostgreSQL.

PostGIS aggiunge la forma spaziale al server PostgreSQL, permettendo così di essere utilizzato come database spaziale di backend per GIS, molto simile a SDE ESRI o all'estensione spaziale di Oracle. PostGIS segue le OpenGIS "Simple Features Specification for SQL" ed è stato certificato come compatibile con i profili tipi "Types and Functions".

La flow chart 4.1 mostra dove è posizionata rispetto alle altre aree di sviluppo del progetto, quella dei DBMS che gestiscono il flusso dei dati spaziali.

Nel rilevamento di campagna sono stati raccolti diversi dati ed inseriti nel database contenente diversi campi. Ai valori di questi campi sono stati associati diversi shape spaziali (Tab. 4.1).



Flow chart 4.1 – collegamenti dei DBMS con le altre aree del progetto (in verde).

<b>Elenco Shape spaziali realizzati</b>
Geologia
Litologia
Frane
Gully erosion
Rill erosion
Strade
Rete fluviale
Giaciture
Lineazioni
Terrazzi fluviali

Superfici di Glacis
Bacini

Tab. 4.1 – Shape spaziali realizzati durante il rilevamento.

Per le frane si è sono rilevati e descritti i seguenti campi:

- Morfometria;
- Posizione sul versante;
- Geologia;
- Uso del suolo;
- Esposizione del versante;
- Idrogeologia;
- Classificazione dell'evento franoso;
- Attività;
- Data della osservazione più recente che ha permesso la valutazione dello stato di attività;
- Datazione evento più significativo;
- Riattivazioni;
- Cause;
- Segni precursori;
- Danni;
- Stato delle conoscenze;
- Interventi esistenti.

Analizziamo come sono stati utilizzati i dati ed il loro formato per la creazione di database geomorfologici delle frane e delle colate (Tab. 4.2)

<b>Campi DB degli shapes realizzati per le frane e per le colate</b>
ID
ID Nome
Lunghezza
Larghezza
Pendenza media
Area totale
Area accumulo

Esposizione versante
Granulometria
Tipo suolo
Indice di plasticità
Tipo di movimento
Profilo della superficie
Litologia
Uso del suolo
Stato di attivazione
Cause
Danni
Interventi

Tab. 4.2 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB delle Frane.

Nella tabella 4.3 riportiamo l'esempio riferito alla frana complessa al contatto tra la Formazione del Setenil e la Formazione della Mina. I dati sono parzialmente derivati da dati raccolti sul terreno, da dati di laboratorio e dalla letteratura (Fantini, 2005).

<b>location</b>	<b>length</b>	<b>width</b>
Alaquime	1790 meters	960 meters
<b>particles size</b>	<b>dry resistance</b>	<b>soil type</b>
Sample 1: 76,91% sandy mat. Sample 2: 57,91% fine mat. Sample 3: 75,65% fine mat.	Sample 1: Medium-low; Sample 2: High; Sample 3: Low.	Clay below: CL (average plasticity) Landslide body: CL-ML
<b>lithology</b>	<b>land use</b>	<b>current status</b>
Silty sand weakly clayey	Olive groves and arable land	Suspended
<b>average slope</b>	<b>area</b>	<b>slope exposure</b>
11 %	192.000 sm	N-N-E
<b>plasticity index</b>	<b>type of movement</b>	<b>depth of the surface</b>
Clay below: 22,28 (plastic medium) Landslide body: 5,01	Topples to rotational in the top part; Tranlational - earthslide below.	/
<b>causes</b>	<b>damage</b>	<b>interventions</b>
Intense rain. Presence of	Rupture of outside ballast	Walls of protection of the

deep layers of clay that facilitate the sliding of the sand.	road. Cracks in private homes.	road facing the margin up to it.
--	--------------------------------	----------------------------------

Tab. 4.3 – Tabella di esempio per alcuni valori dei campi impostati nel DB delle Frane.

Nelle tabelle 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8 vengono riportati tutti i campi creati ed implementati nel DB dal rilevamento, legati agli shape spaziali per i quali si farà l'analisi della suscettibilità da frana. Per lo studio della suscettibilità sarà necessario conoscere la maggior quantità di informazioni geografiche che legate a possibili eventi franosi ed a aree nelle quali potrebbe innescarsi un evento. L'immagazzinamento di tutti quei dati che possono far pensare a possibili frane, come fratture nella roccia, forte erosione su un versante, strade dissestate, aree allagabili, etc., è fondamentale.

<b>Campi DB degli shapes realizzati per la Geologia</b>
ID
ID Nome
Formazione
Età
Area
Granulometria
Tipo suolo
Litologia
Uso del suolo

Tab. 4.4 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB della Geologia.

<b>Campi DB degli shapes realizzati per le litologie</b>
ID
ID Nome
Area
Granulometria
Tipo suolo
Litologia
Uso del suolo

Tab. 4.5 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB della Litologia.

<b>Campi DB degli shapes utilizzate per le strade</b>
ID
Lunghezza tratto interessato
Pendenza media
Granulometria suolo laterale
Tipo di strada
Cause
Danni
Interventi

Tab. 4.6 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB delle strade

<b>Campi DB degli shapes utilizzati per le aree Interessate da erosione</b>
ID
Area
Pendenza media
Esposizione del versante
Granulometria
Tipo suolo
Litologia
Stato di attivazione
Cause
Danni
Interventi

Tab. 4.7 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB delle aree in erosione.

<b>Campi DB degli shapes utilizzate per i bacini</b>
ID
Nome bacino
Area
Coll. Aste fluviali (Nodi)

<b>Campi DB degli shapes utilizzati per le aste fluviali</b>
ID
ID Nome

Lunghezza
Pendenza media
Coll. bacini

Tab. 4.8 – Tabella dei campi (field) impostati nel DB dei bacini e delle aste fluviali.

### 4.3 - Sito web (<http://webgis.unife.it>)

Attraverso l'uso di Nvu e di Kompozer (§ Cap. 2 par. 2.4.2.4) è stato realizzato il sito del progetto di dottorato (Fig. 4.4) consultabile all'indirizzo <http://webgis.unife.it>.

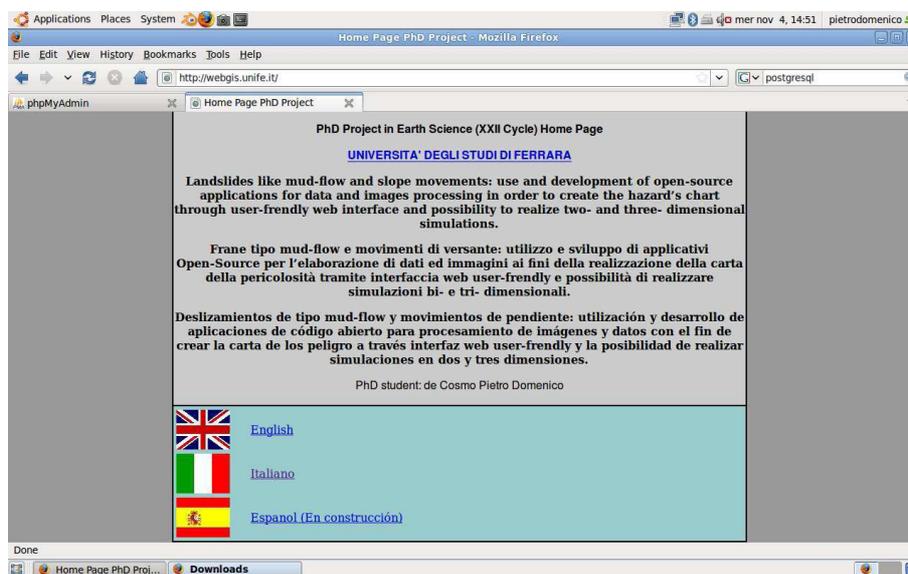


Fig. 4.4 – Home Page del progetto alla pagina web <http://webgis.unife.it>.

Il sito è stato diviso in otto sezioni ed attualmente è in lingua italiana ed inglese. E' in progetto la realizzazione di una sezione in spagnolo.

La prima sezione è dedicata alla descrizione del progetto e alla possibilità di scaricare in pdf presentazioni e testi dei lavori realizzati durante i tre anni.

La seconda è dedicata alle collaborazioni internazionali ed ai collaboratori del progetto.

La terza è la pagina di tutti i link ai software open source utilizzati durante il dottorato.

La quarta è la pagina di accesso (tramite password) a phpMyAdmin che permette l'accesso diretto al DB generale MySQL del server.

La quinta è la pagina di richiesta per la connessione via ftp alle cartelle condivise per la gestione, creazione e modifica dei dati spaziali e quindi anche dedicata all'accesso ai DBMS PostgreSQL e PostGIS.

La sesta consente, tramite password, l'accesso al WebGIS (§ prossimo paragrafo) per la consultazione dei dati attraverso l'interfaccia grafica pMapper (§ prossimo paragrafo)

La settima contiene informazioni sull'uso e sulle caratteristiche dei software GIS OS (GRASS, QGIS, SAGA GIS) e sui software usati per l'elaborazione di immagini 2D (The Gimp, OSSIM).

L'ottava invece contiene informazioni sulle simulazioni bi e tri-dimensionali di eventi franosi.

#### 4.4 - WebGIS (<http://webgis.unife.it/Olvera/map.phtml>)

Un WebGIS è un interfaccia web che permette la visione e l'interrogazione di dati spaziali (Geographical Information System sul web).

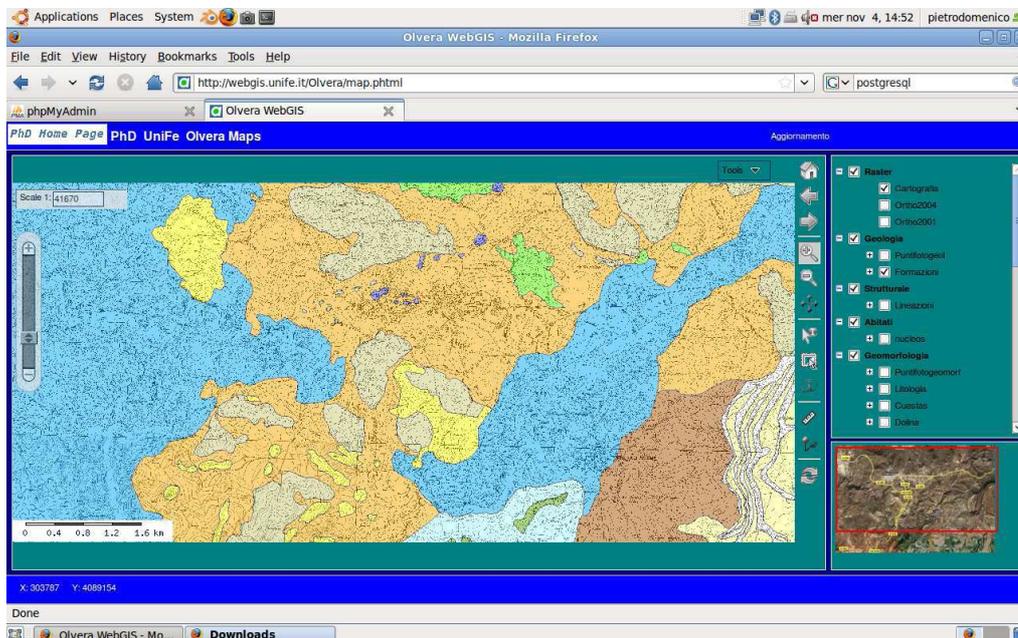
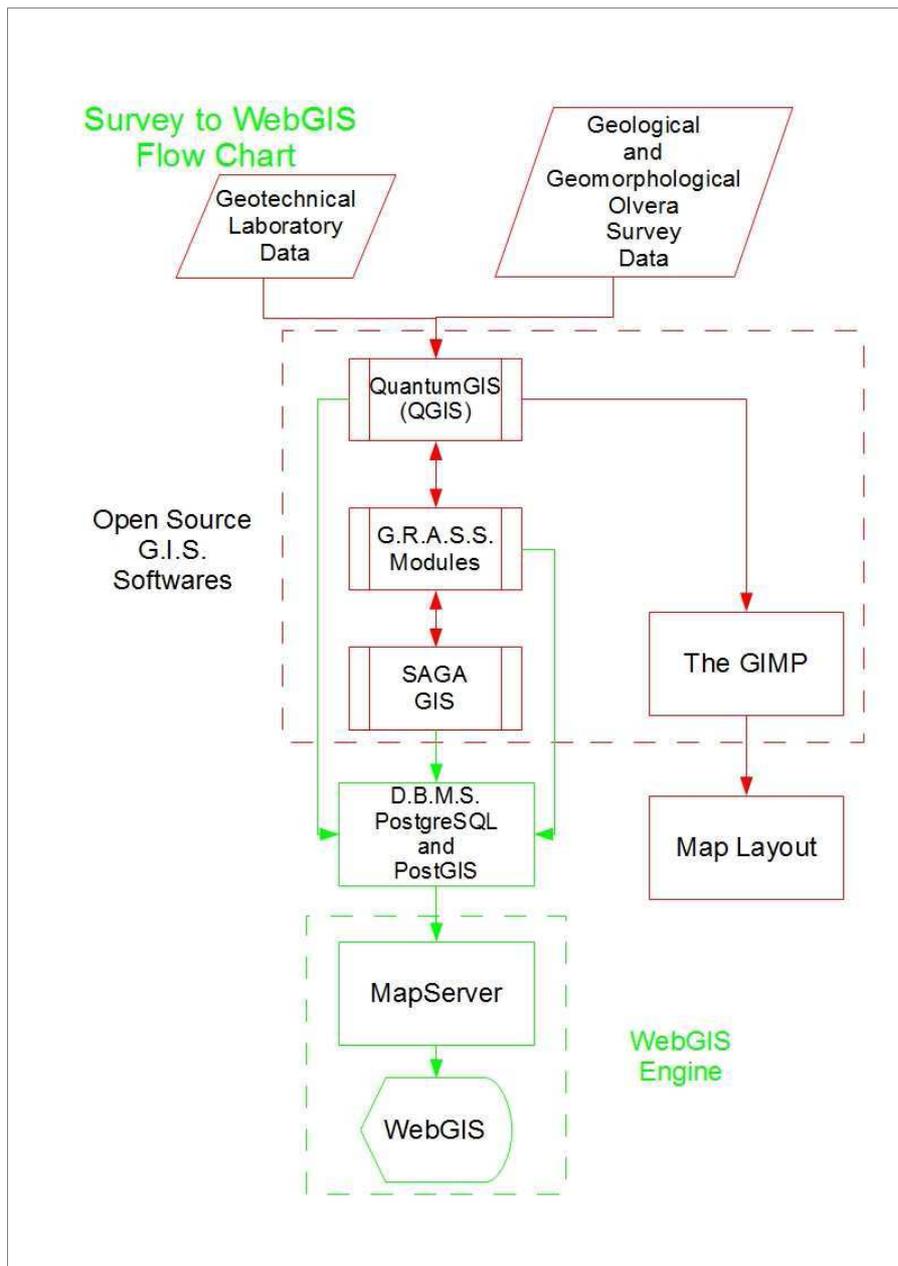


Fig. 4.5 – Schermata di apertura del WebGIS di Olvera.

Nel progetto di dottorato abbiamo usato MapServer (§ Cap. 2 par. 2.4.4.3) e pmapper (§ Cap. 2 par. 2.4.4.4) come interfaccia grafica web dei dati spaziali dell'area di rilevamento di Olvera (Fig. 4.5). È stato utilizzato come server di rete Apache2 gestito da script in linguaggio PHP5. Questi strumenti permettono a qualsiasi utente registrato l'accesso ai dati, indipendentemente dal loro computer o software utilizzato.

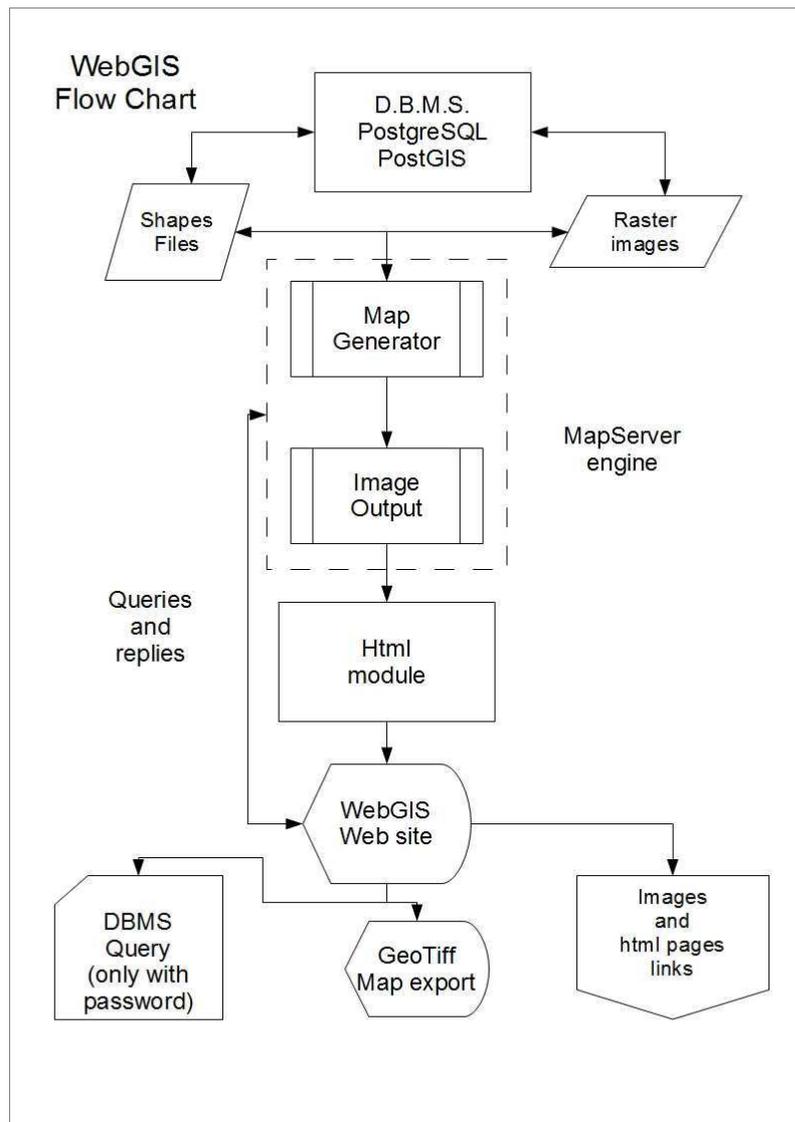
Il motore del WebGIS MapServer attraverso l'interazione con i DBMS PostgreSQL e PostGIS è in grado di generare mappe cartografiche georeferenziate (Flow chart 4.2).



Flow chart 4.2 – Collegamenti dell'area WebGIS con le altre aree del progetto (in verde).

L'output delle immagini è in formato GeoTIFF e può essere inviato ad un modulo html per la visualizzazione sul web dell'immagine.

La flow chart 4.3 mostra i passaggi interni al WebGIS con il processo che inizia con l'invio delle richieste dal sito web WebGIS (scelta di zoom di una zona, i livelli visibili o nascosti, la scala della riproduzione, ecc.) e con l'elaborazione attraverso richieste ai DBMS e Map Generator. Il WebGIS riceve l'immagine di output (da una specifica cartella temporanea, tmp) e la mostra sul web.



Flow chart 4.3 – Carta dei processi interni di un WebGIS.

L'interfaccia grafica del WebGIS (che nel nostro caso è legata all'interfaccia pmapper) consente di fare molti tipi di query basandosi su due importanti file: il “config.ini” e il file “Olvera.map”.

Il primo contiene ed associa al WebGIS le principali caratteristiche base del sito (per esempio: la dimensione delle mappe, dimensioni, tipo di legenda, caratteri, etc), mentre il secondo stabilisce i valori di tutti i campi e le caratteristiche dei livelli (ad esempio: geologia, corsi d'acqua, ortofoto, etc.). L'interfaccia è molto semplice da utilizzare poiché mostra i comandi più semplici come l'ingrandimento, lo spostamento, le misurazioni, etc. Inoltre è possibile scaricare la mappa in formato GeoTIFF georeferenziato per utilizzarla direttamente in una determinata zona attraverso un navigatore satellitare.

# **CAPITOLO 5**

## **Carta della Suscettibilità**

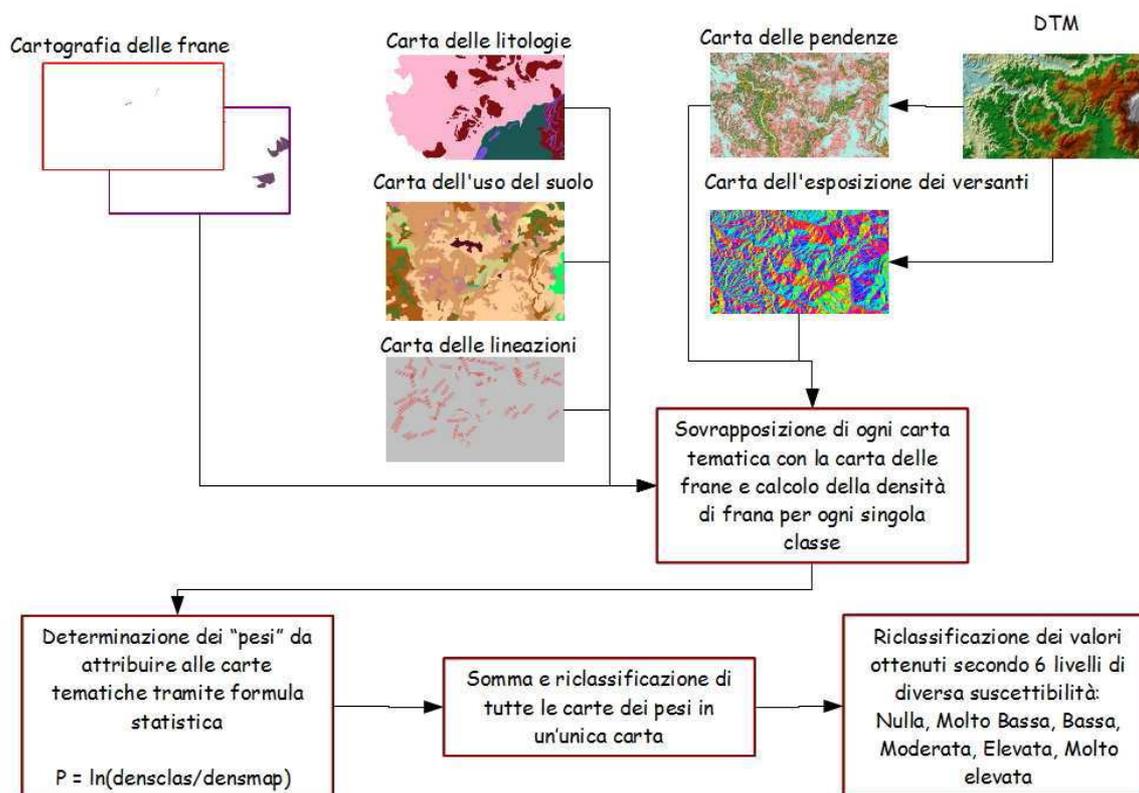


Per lo studio della suscettibilità dell'area del rilevamento di Olvera e dell'area campione di Oliveto Lucano è stato utilizzato il metodo statistico bivariato o analisi statistica bivariata. Questo metodo, fortemente legato al miglioramento delle tecniche GIS e ampiamente discusso nel capitolo 2, è stato scelto per alcune caratteristiche fondamentali scientificamente applicabili ai dati rilevati e raccolti durante i tre anni.

Il metodo è basato su classi discrete di predizione, richiede dati in ingresso previsionale di tipo matriciale (raster) come la carta delle frane ed assegna valori pesati alle classi di predizione che si decide di analizzare riuscendo a produrre indici di predizione separati.

### 5.1 – Metodo

Attraverso i dati raccolti nel rilevamento di campagna, in bibliografia nonché dai dati raster e vettoriali dei vari enti, è stato utilizzato per la realizzazione della carta della suscettibilità, il metodo dell'analisi bivariata.



Flow chart 5.1 - Metodologia semi-quantitativa con overlap di tematismi pesati.

Per la realizzazione delle carte della suscettibilità da frana dell'area di Olvera e di Oliveto Lucano è stata adottata una metodologia semi-quantitativa con overlap di tematismi pesati, unendo l'interpretazione di dati geomorfologici e geologici acquisiti dal rilevamento su

terreno (§ Capitolo 3) all'applicazione di analisi statistiche.

I passaggi possono essere così riassunti (Flow chart 5.1):

-La realizzazione di carte tematiche di base (carta litologica, carta dell'uso del suolo, carta delle lineazioni, carta dell'esposizione dei versanti, carta delle pendenze), che evidenziano tutti i possibili fattori che contribuiscono all'innescò di frane da colata rapida;

-L'assegnazione di un peso compreso tra 0 e 6 a ciascun fattore, in base al grado, valutato qualitativamente, con cui questo contribuisce all'innescò del fenomeno;

-L'elaborazione delle carte tematiche "pesate" tramite una funzione  $S = f(g)$  che mette in relazione tutti i fattori geoambientali (g) per ricavare l'indice di suscettibilità (S).

## 5.2 - Realizzazione

I passaggi fondamentali (Tab. 5.1) della realizzazione delle carta della suscettibilità attraverso un accurato rilevamento geologico e geomorfologico e l'uso di applicativi OS vengono di seguito esposti.

Per l'area di Olvera sono stati utilizzati tutti i passaggi descritti, mentre per l'area campione di Oliveto Lucano, la carta litologica è stata estrapolata dalla carta geologica-geomorfologica e pedologica della Basilicata e non sono state utilizzate le cartografie delle frane.

Per il rilevamento di campagna dell'area di Olvera è stata utilizzata la carta ed il DB della carta geomorfologica-litologica e il SOS G.R.A.S.S. (§ Capitolo 2) ed i risultati sono stati verificati direttamente sul campo, mentre per l'area di Oliveto Lucano, oltre alla verifica sul campo sono state effettuate delle verifiche utilizzando i dati della cartografia delle frane dell'IFFI.

<b>Passaggi fondamentali per la realizzazione della carta della suscettibilità dell'area di Olvera</b>	
1. Rilevamento di campagna	Carta litologica
	Carta delle lineazioni
	Carta degli eventi franosi
	Carta dei dissesti
2. Elaborazioni tramite il software GRASS dei DEM	Carta delle pendenze
	Carta dell'esposizione dei versanti
3. Dati forniti da enti esterni	Carta dell'uso del suolo
	DTM Andalusia
4. Elaborazione dei raster pesati attraverso GRASS	Carta litologica pesata
	Carta pesata delle pendenze

	Carta pesata delle frane
	Carta pesata dell'esposizione dei versanti
	Carta pesata dell'uso del suolo
	Carta pesata delle lineazioni
5. Elaborazione finale tramite GRASS delle carte pesate	Carta della suscettibilità

Tab. 5.1 Passaggi fondamentali per la realizzazione della carta della suscettibilità dell'area di Olvera.

Attraverso il rilevamento geologico-geomorfologico, sono stati realizzati un DB geomorfologico delle litologie presenti nell'area del rilevamento, delle faglie o lineazioni individuate anche attraverso la fotogeologia e gli eventi di frana con eventuali dissesti. Per quanto riguarda le lineazioni, ci si riferisce a lineazioni attive per quelle che nel loro complesso morfologico sono parte attiva nei processi di dissesto ma possono essere non attive come faglie, in particolare al loro raggio di azione che è un buffer di 100 metri deciso qualitativamente dai dati del rilevamento, mentre a lineazioni non attive per quelle che non sono coinvolte nei processi di degradazione dei versanti.

Nelle fig. 5.4, 5.5, 5.6, 5.7 e 5.8 vengono mostrate: la carta delle litologie ricavata dalla carta geomorfologica (§ Capitolo 3), la carta delle lineazioni, la carta dell'uso del suolo, quella delle frane complesse e quella delle frane tipo “*mud flow*”.

Attraverso l'uso del SOS G.R.A.S.S. ed in particolare dei moduli *r.slope* ed *r.aspect* sono state realizzate, attraverso l'analisi dei DTM dell'Andalusia (Fig. 5.1), le carte dell'esposizione dei versanti e delle pendenze (Fig 5.2 e 5.3).

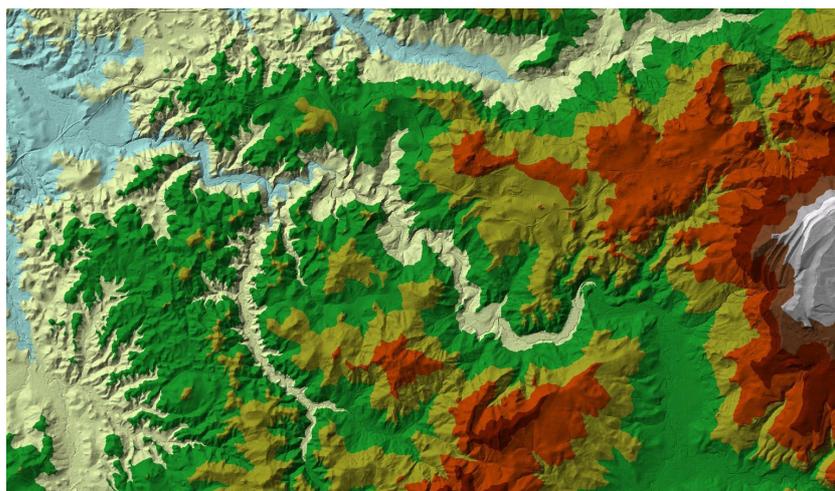


Fig. 5.1 - Modello digitale del terreno dell'area di Olvera.

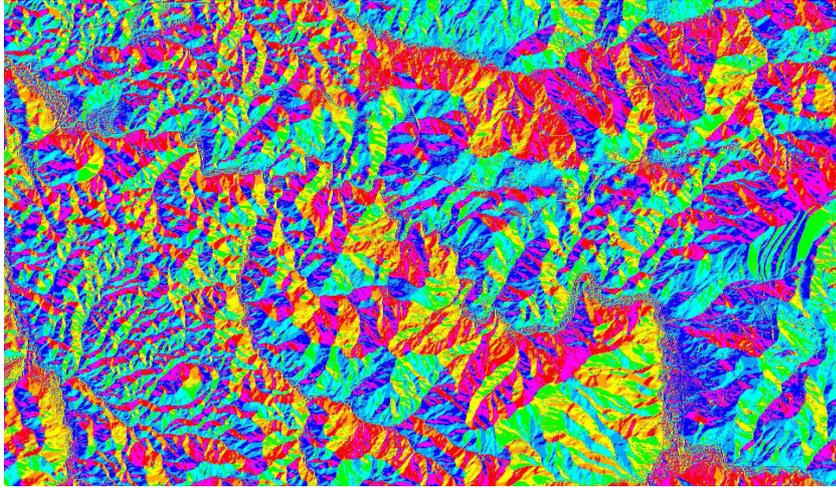


Fig. 5.2 – Carta dell'esposizione dei versanti dell'area di Olvera.

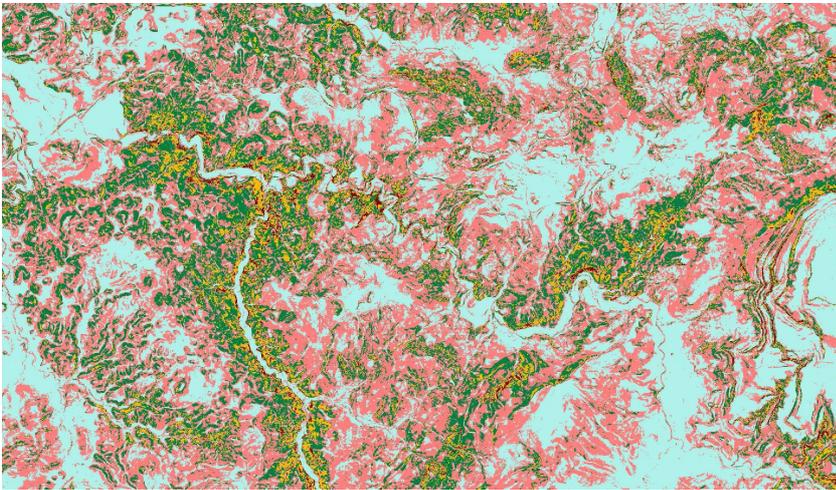
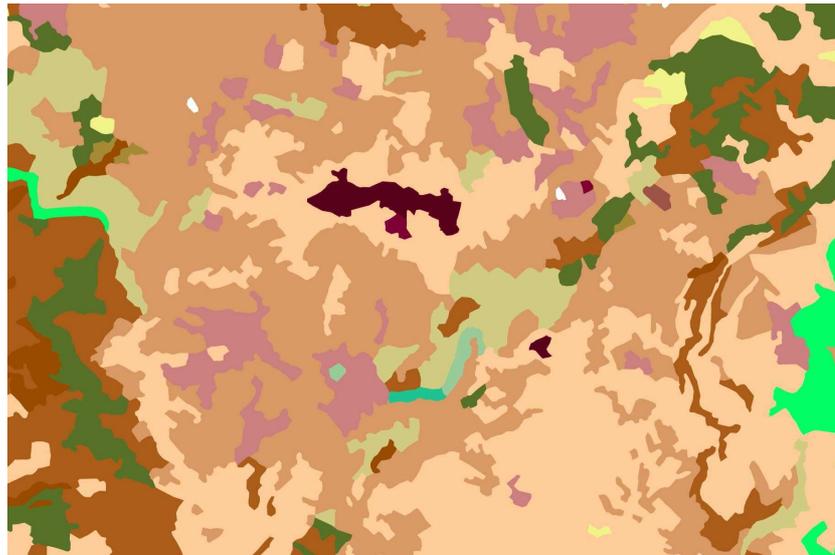


Fig. 5.3 – Carta dell'inclinazione dei versanti dell'area di Olvera.



Fig. 5.4 – Carta delle litologie dell'area di Olvera.



- Usos 91 Reconocimiento
- Áreas urbanas y residenciales
  - Áreas industriales y de servicios
  - Áreas alteradas por vías de comunicación
  - Zonas portuarias
  - Aeropuertos
  - Zonas verdes y espacios de ocio
  - Áreas alteradas por actividades extractivas
  - Escombreras y vertederos
  - Áreas en construcción
  - Cultivos herbáceos
  - Cultivos bajo plástico (invernaderos)
  - Arrozales
  - Cultivos leñosos y mosaicos en regadío
  - Cultivos en secano
  - Olivares
  - Viñedos
  - Otros cultivos leñosos y mosaicos de herbáceos y leñosos
  - Mosaicos de cultivos en secano y regadío
  - Cultivos con espacios de vegetación natural
  - Quercíneas
  - Coníferas
  - Eucaliptos
  - Otras frondosas y mezclas
  - Formaciones riparias
  - Quercíneas
  - Coníferas
  - Eucaliptos
  - Otras frondosas y mezclas
  - Quercíneas
  - Otro arbolado
  - Matorral denso
  - Matorral disperso
  - Pastizales
  - Playas, dunas y arenales
  - Roquedos y áreas de cumbres
  - Espacios de escasa vegetación
  - Áreas incendiadas
  - Ríos y cauces de agua
  - Lagunas y lucios
  - Embalses
  - Marismas y zonas intermareales
  - Albuferas, salinas y áreas de acuicultura
  - Estuarios y canales de marea
  - Aguas marinas

Fig. 5.5 - Carta dell'uso del suolo dell'area di Olvera e legenda.

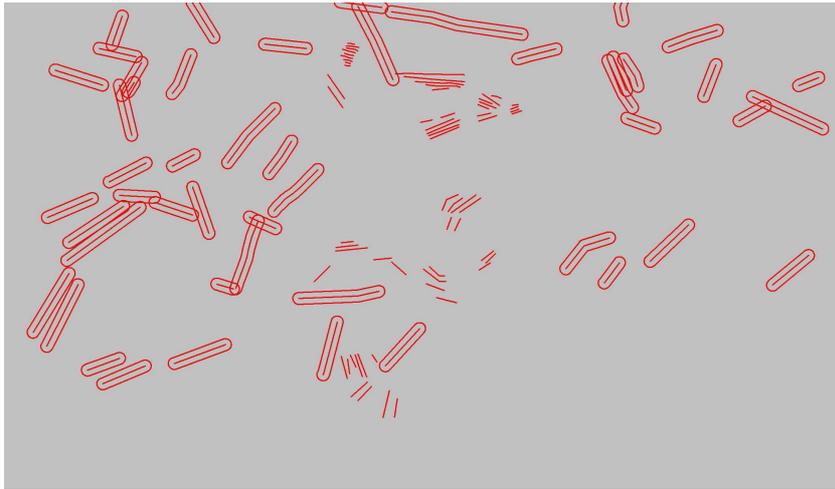


Fig. 5.6 - Faglie e lineazioni dell'area di Olvera (buffer 100 m. per lineazioni attive).

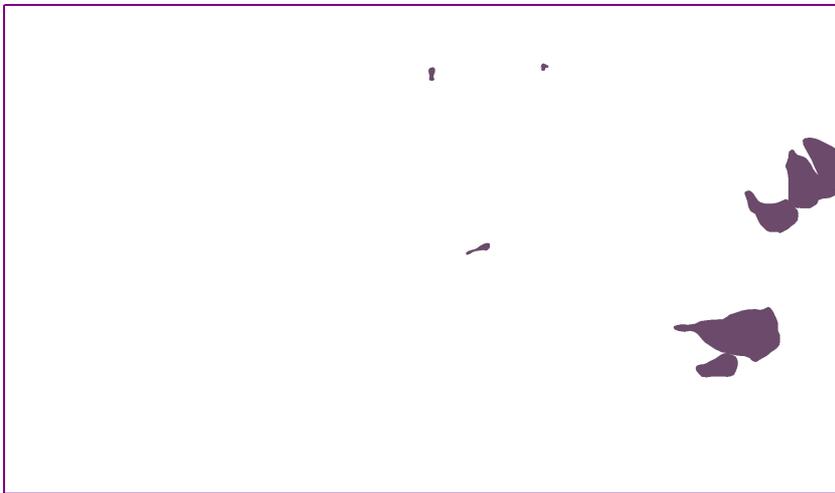


Fig. 5.7 – Carta delle frane complesse presenti nell'area di Olvera.

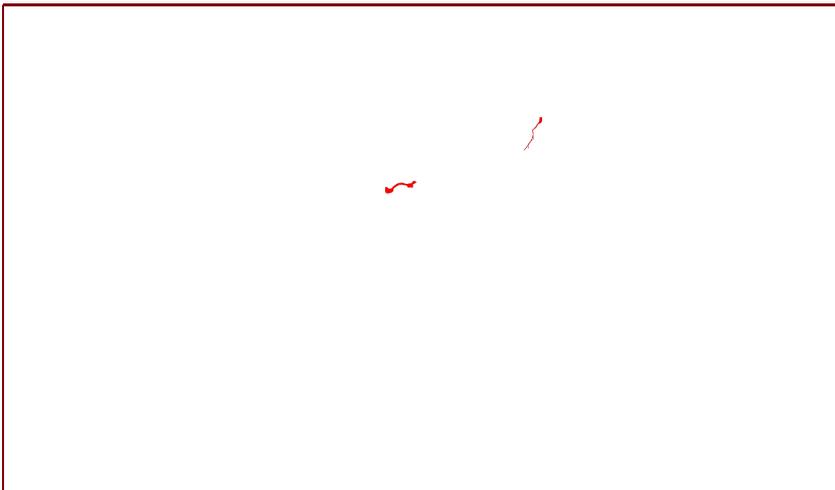


Fig. 5.8 – Carta delle colate (“mud flow”) presenti nell'area di Olvera.

Attraverso i moduli *v.db.reclass* ed *r.reclass* sono stati assegnati in maniera qualitativa valori compresi tra 0 e 6 alle proprietà dei valori delle carte raster come riportato in tabella 5.2. Per la carta delle litologie sono stati assegnati valori alti alle formazioni prevalentemente argilloso sabbiose e valori più basse a quelle più compatte. Alla Formazione della Mina ed alle marne della Formazione de Las Harinas (§ Cap. 3) che hanno composizioni argilloso marnose è stato assegnato il valore massimo (6) mentre alla Formazione dei Calcari di Olvera o al Numidico il valore minimo (1 o 0) poiché sono roccia compatta.

<b>Carta Litologica</b>	
Argille	6
Argille marnose con blocchi ind.	5
Argille con blocchi	4
Calcareniti fratturate	3
Marne	5
Roccia fratturata	1
Strati calcareniti argille	5
<b>Carta dell'esposizione dei versanti</b>	
N	1
NE	2
NO	2
S	6
SE	5
SO	5
O	3
E	3
<b>Carta delle pendenze (°)</b>	
0-10	0
10-20	2
20-30	4
30-40	6
40-50	5
50-60	4
60-70	2
70-80	1
80-90	0

<b>Carta delle frane</b>	
Dove presenti	6
Dove non presenti	0
<b>Carta dell'uso del suolo (Indicati solo quelli arealmente più significativi)</b>	
Aree urbane	3
Oliveti	5
Vigneti	5
Coperture boschive-arbustive	2
Pascolo	5
Aree coltivate generiche	4
Suolo incolto o esposto	6
<b>Carta delle lineazioni</b>	
Ritenute attive	6
Ritenute passive	0

Tab. 5.2 Valori assegnati (0-6) alle varie caratteristiche (funzione delle proprietà) delle carte raster ai fini della realizzazione della carta della suscettibilità dell'area di Olvera.

In fine attraverso la funzione  $S=f(g)=\ln(\text{pixelAreaFrana}/\text{pixelTotali}-\text{pixelAreaFrana})$  impostata e realizzata attraverso il modulo *r.mapcalc* di G.R.A.S.S. si è ottenuta la carta della suscettibilità dell'area di Olvera (Fig. 5.9).

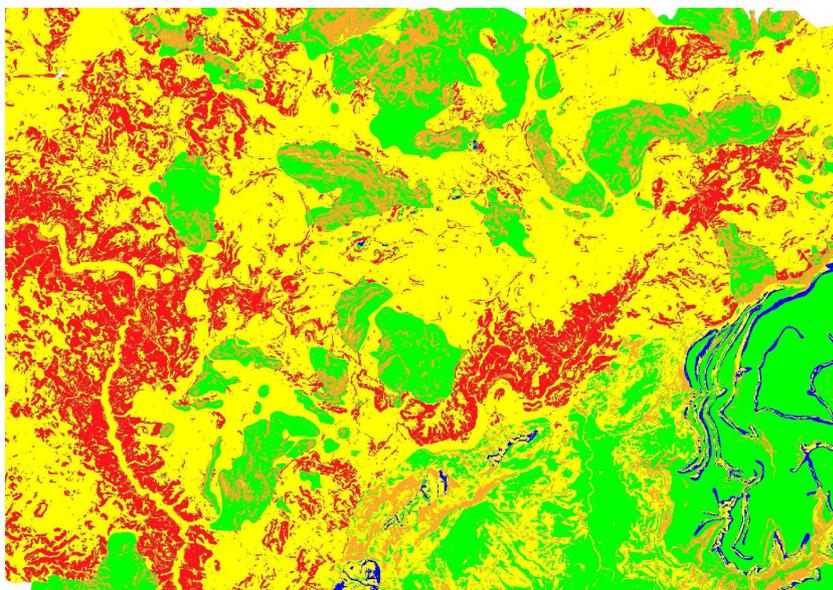


Fig. 5.9 - Carta della suscettibilità dell'area di Olvera.

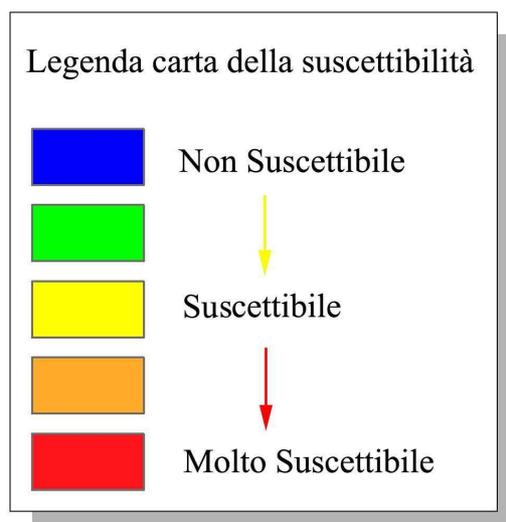


Fig. 5.9 - Legenda della carta della suscettibilità dell'area di Olvera.

Con lo stesso metodo eccetto qualche differenza è stata realizzata la carta base della suscettibilità dell'area di Oliveto Lucano (Fig. 5.16). La differenza fondamentale sta nell'aver ragionato attraverso l'esperienza dell'area di Olvera, in maniera tale da realizzare preventivamente una carta della suscettibilità di base per poi testarla con la cartografia degli eventi di frana dell'IFFI.

Quindi utilizzando solo i dati disponibili mostrati in Tab. 5.3, elaborando il DEM come realizzato per l'area di Olvera ed assegnando un peso alle caratteristiche litologiche delle carte (Tab. 5.4) è stata realizzata la carta base della suscettibilità dell'area di Oliveto Lucano. Nelle figure 5.10, 5.11, 5.12, 5.13, 5.14 e 5.15 vengono mostrati il DEM, le carte dell'esposizione dei versanti, delle pendenze, della litologia (ricavata dalla geologica-geomorfologica-pedologica), dell'uso del suolo e delle lineazioni.

<b>Passaggi fondamentali realizzazione carta base della suscettibilità dell'area di Oliveto Lucano</b>	
1. Dati forniti da enti esterni	Carta litologica
	Carta delle lineazioni
	Carta dell'uso del suolo
	DEM
2. Elaborazioni attraverso il software GRASS dei DEM	Carta delle pendenze
	Carta dell'esposizione dei versanti

3. Elaborazione dei raster pesati attraverso GRASS	Carta litologica pesata
	Carta pesata delle pendenze
	Carta pesata dell'esposizione dei versanti
	Carta pesata dell'uso del suolo
	Carta pesata delle lineazioni
5. Elaborazione finale tramite GRASS delle carte pesate	Carta base della suscettibilità

Tab. 5.3 Passaggi fondamentali per la realizzazione della carta base della suscettibilità dell'area di Oliveto Lucano.

<b>Carta Litologica</b>	
Argille	6
Argille marnose con blocchi ind.	5
Argille con blocchi	4
Calcareniti fratturate	3
Marne	5
Roccia fratturata	1
Strati calcareniti argille	5
<b>Carta dell'esposizione dei versanti</b>	
N	1
NE	2
NO	2
S	6
SE	5
SO	5
O	3
E	3
<b>Carta delle pendenze (°)</b>	
0-10	0
10-20	2
20-30	4
30-40	6
40-50	5
50-60	4
60-70	2
70-80	1
80-90	0

<b>Carta dell'uso del suolo (Indicati solo quelli arealmente più significativi)</b>	
Aree urbane	3
Oliveti	5
Vigneti	5
Coperture boschive-arbustive	2
Pascolo	5
Aree coltivate generiche	4
Suolo incolto o esposto	6
<b>Carta delle lineazioni</b>	
Ritenute attive	6
Ritenute passive	0

Tab. 5.4 Valori assegnati (0-6) alle varie caratteristiche tipologiche delle carte raster ai fini della realizzazione della carta base della suscettibilità dell'area di Oliveto Lucano.

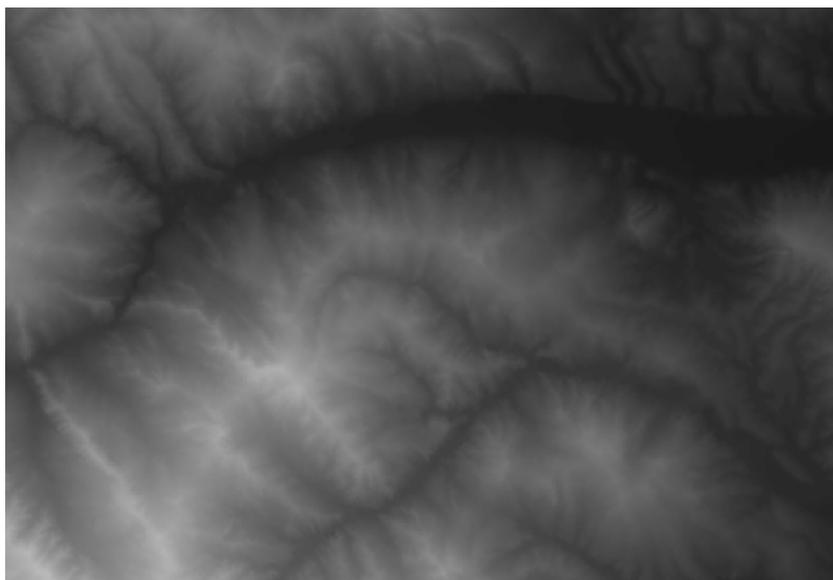


Fig. 5.10 - Modello digitale del terreno dell'area di Oliveto Lucano.

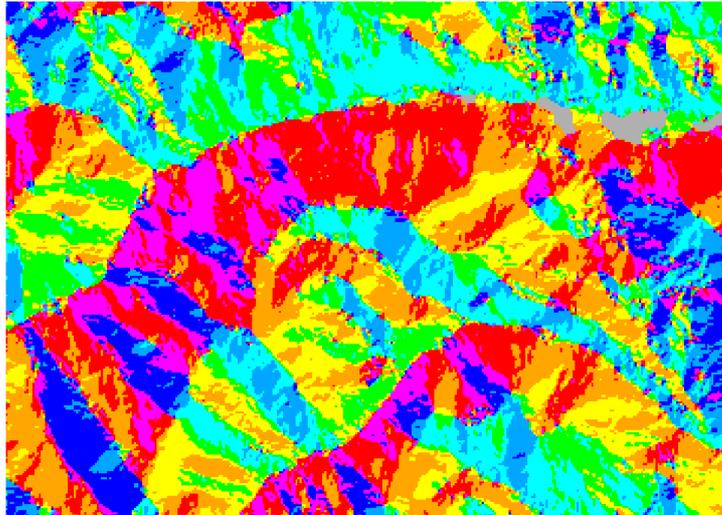


Fig. 5.11 – Carta dell'esposizione dei versanti dell'area di Oliveto Lucano.

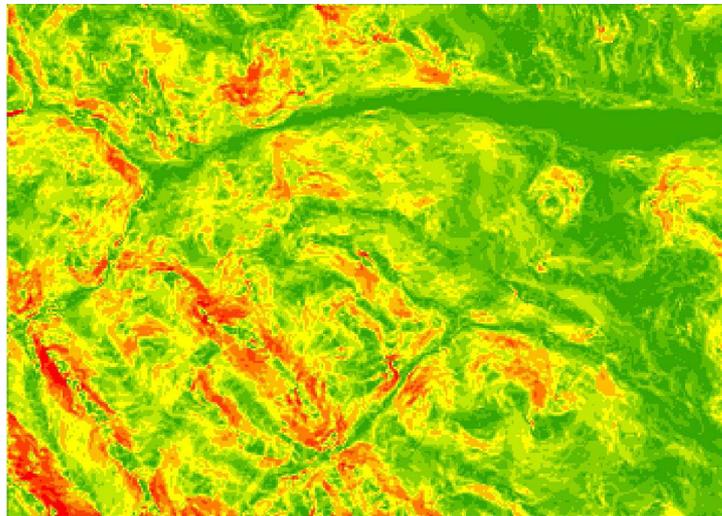
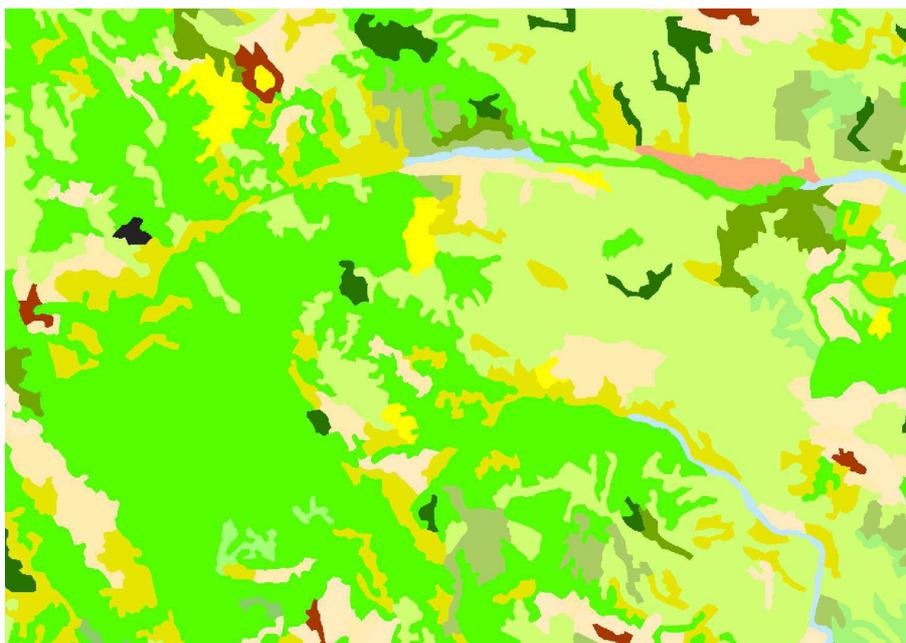


Fig. 5.12 – Carta dell'inclinazione dei versanti dell'area di Oliveto Lucano.



Fig. 5.13 – Carta delle litologie dell'area di Oliveto Lucano.



### Legenda

#### Corine Land Cover

<span style="color: red;">■</span>	ZONA RESIDENZIALE A TESSUTO CONTINUO
<span style="color: brown;">■</span>	ZONA RESIDENZIALE A TESSUTO DISCONTINUO E RADO
<span style="color: purple;">■</span>	AREE INDUSTRIALI, COMMERCIALI E DEI SERVIZI PUBBLICI E PRIVATI
<span style="color: orange;">■</span>	RETI STRADALI, FERROVIARIE E INFRASTRUTTURE TECNICHE
<span style="color: purple;">■</span>	AREE ESTRATTIVE
<span style="color: red;">■</span>	DISCARICHE
<span style="color: lightgreen;">■</span>	SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE
<span style="color: limegreen;">■</span>	SEMINATIVI IN AREE IRRIGUE
<span style="color: orange;">■</span>	VIGNETI
<span style="color: peachpuff;">■</span>	FRUTTETI E FRUTTI MINORI
<span style="color: yellow;">■</span>	OLIVETI
<span style="color: olive;">■</span>	PRATI STABILI (FORAGGERE PERMANENTI)
<span style="color: yellow;">■</span>	AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURE AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI
<span style="color: olive;">■</span>	AREE AGROFORESTALI
<span style="color: limegreen;">■</span>	BOSCHI DI LATIFOGIE
<span style="color: green;">■</span>	BOSCHI DI CONIFERE
<span style="color: olive;">■</span>	BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGIE
<span style="color: lightgreen;">■</span>	AREE A PASCOLO NATURALE E PRATERIE
<span style="color: olive;">■</span>	BRUGHIERE E CESPUGLIETI
<span style="color: olive;">■</span>	AREE A VEGETAZIONE SCLEROFILLA
<span style="color: green;">■</span>	AREE A VEGETAZIONE BOSCHIVA E ARBUSTIVA IN EVOLUZIONE
<span style="color: blue;">■</span>	ROCCE NUDE, FALESIE, RUPI, AFFIORAMENTI
<span style="color: lightgreen;">■</span>	AREE CON VEGETAZIONE RADA
<span style="color: blue;">■</span>	PALUDI INTERNE
<span style="color: darkgreen;">■</span>	CORSI D'ACQUA, CANALI E IDROVIE

Fig. 5.14 - Carta dell'uso del suolo dell'area di Oliveto Lucano e legenda.

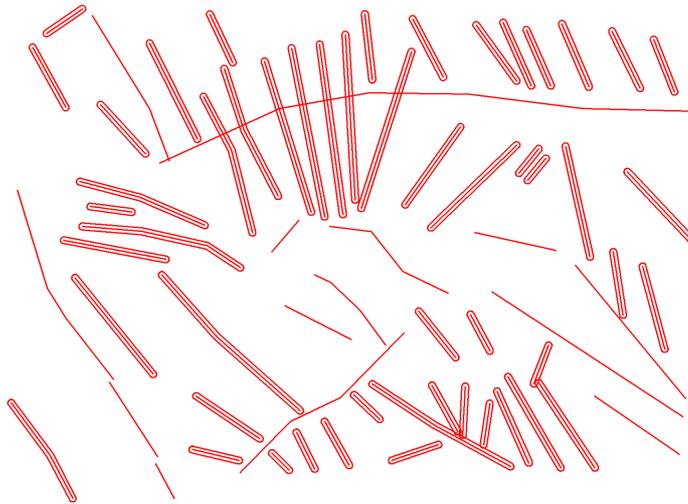


Fig. 5.15 - Faglie e lineazioni dell'area di Oliveto Lucano.

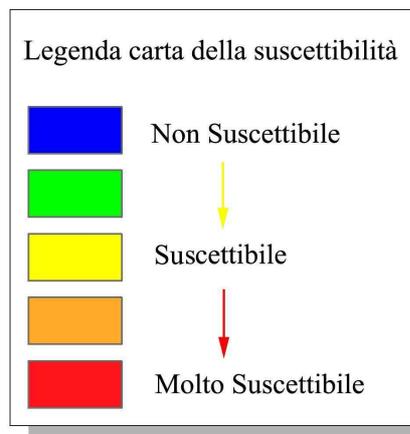
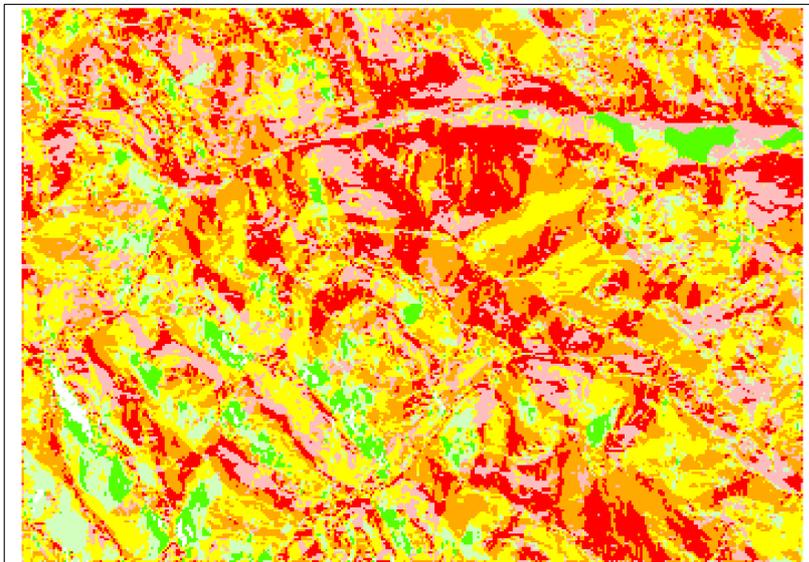


Fig. 5.16 - Carta base della suscettibilità e Legenda dell'area di Oliveto Lucano.

Questa carta base è stata utilizzata per testare, assieme alla carta della suscettibilità di Olvera, e migliorare il sistema semi-quantitativo attraverso l'uso promiscuo del rilevamento geologico-geomorfologico di campagna e l'uso di DB e GIS OS.

### 5.3 - Risultati finali

I risultati finali di entrambe le carte sono stati più che soddisfacenti soprattutto perchè tutto è stato sviluppato in ambiente OS ed elaborato con un server di rete. Nel caso dell'area di Olvera, per la quale sono stati realizzati database e cartografia geologica, geomorfologica si è ottenuta una migliore qualità della carta per la buona conoscenza dell'area. Per l'area di Oliveto Lucano invece, dove le frane erano riconosciute dal catalogo IFFI ma non inserite nell'analisi semi-quantitativa, è stata realizzata una carta della suscettibilità (base) che contiene l'overlapping dei soli parametri che si possono acquisire senza la necessità di effettuare un preventivo rilevamento. È definibile come una carta di ricognizione per una conoscenza preventiva del territorio.

La figura 5.17 mostra le frane rilevate dall'IFFI in un'area a nord di Oliveto Lucano sovrapposte alla carta della suscettibilità di frane di tipo mud-flow realizzata per la stessa zona.

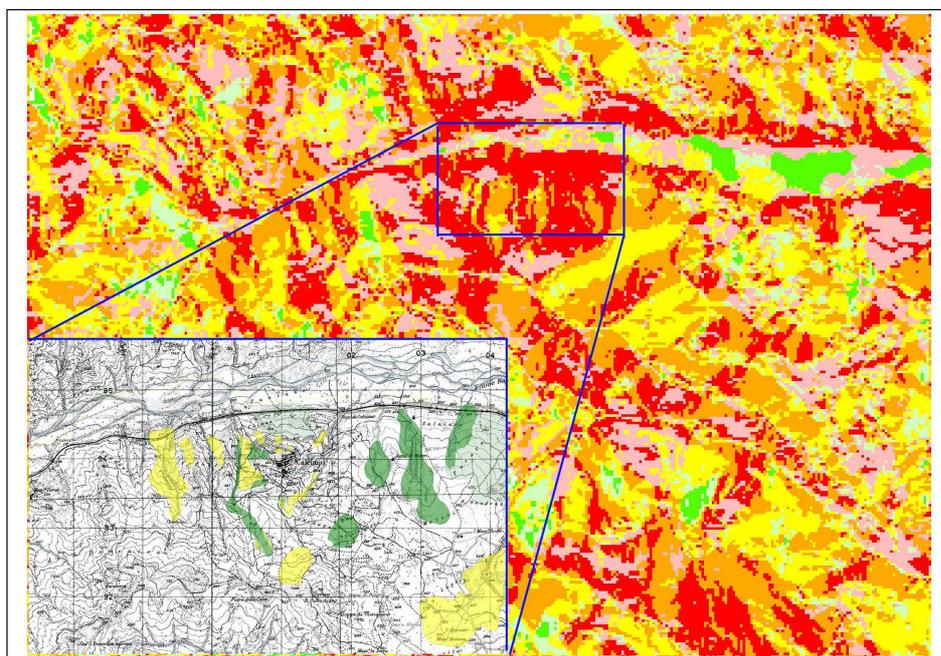


Fig. 5.17 - Carta base della suscettibilità sovrapposta alle frane della stessa zona rilevate dall'IFFI.



# **CAPITULO 6**

**Software per la verifica di  
movimenti lenti di versante**

**e**

**ricerca automatica  
multitemporale di nuovi  
insediamenti abitativi**



Attraverso l'uso di un software OS (ImageJ) con alcuni suoi plugin ed ortofoto multitemporali, è possibile, in maniera completamente automatica, individuare i nuovi insediamenti abitativi attorno a centri abitati e comparare il posizionamento di oggetti sul territorio per verificare eventuali movimenti lenti di versante (es. alberi di ulivo).

## 6.1 – Metodi e realizzazione

### ***Ricerca automatica multitemporale di nuovi insediamenti abitativi (Olvera)***

Attraverso l'analisi multitemporale di ortofoto dell'area abitata di Olvera in Spagna e di Oliveto Lucano in Italia, è stato possibile individuare in quali settori le due città si stanno espandendo e, oltre a monitorare la crescita, a capire se si sta costruendo in aree pericolose, sovrapponendo le nuove aree alla cartografia realizzata per la carta della suscettibilità da frana. Si analizzeranno e mostreranno i metodi e le analisi effettuate sull'area spagnola di Olvera (Fig. 6.1 e 6.2) ed i risultati per l'area di Oliveto Lucano.



Fig. 6.1 Ortofoto dell'abitato di Olvera (2001).

Attraverso l'utilizzo del SOS ImageJ (§ Cap. 2 Par. 2.4.5.1) è possibile elaborare le ortofoto in maniera tale da discriminare attraverso “firme spettrali” oggetti con particolari caratteristiche. Nel nostro caso ci focalizzeremo su abitazioni (tetti in particolare) e strade (tessuto urbano).

Un'approfondita analisi attraverso la comparazione delle ortofoto, è stata effettuata attraverso l'elaborazione di immagini Landsat TM a più bande attraverso l'uso del SOS OSSIM (§ Cap. 2 Par. 2.4.5.3).



Fig. 6.2 Ingrandimento dell'area analizzata dall'ortofoto dell'abitato di Olvera (2001).

Utilizzando il plugin (subdirectory thresholdcolor) “RGBtoLab” di ImageJ sono state ottenute immagini in spazio colore Lab (§ Cap. 2 Par. 2.7) con diverse possibilità di modifica che vanno dalla variazione di contrasti, ai colori, toni ed altro. Questo spazio colore, anche se non immediatamente osservabile nell'immagine di output, permette di evidenziare le firme spettrali dei tetti e delle strade nei confronti della vegetazione e dei campi sia vegetati che non (Fig. 6.3).



Fig. 6.3 Elaborazione color space Lab dell'ortofoto dell'area dell'abitato di Olvera (2001).

Per evidenziare le aree abitate, si è applicato il plugin “Threshold color” che, attraverso opportuni settaggi, può filtrare l'immagine eliminando le aree con presenza di vegetali e terreno. L'immagine finale è un B/N dove le aree a valore 1 (Nere) sono quelle dove vi sono strade e case, mentre le aree a valore 0 (Bianche) sono quelle dove c'erano vegetali o campi (Fig. 6.4).

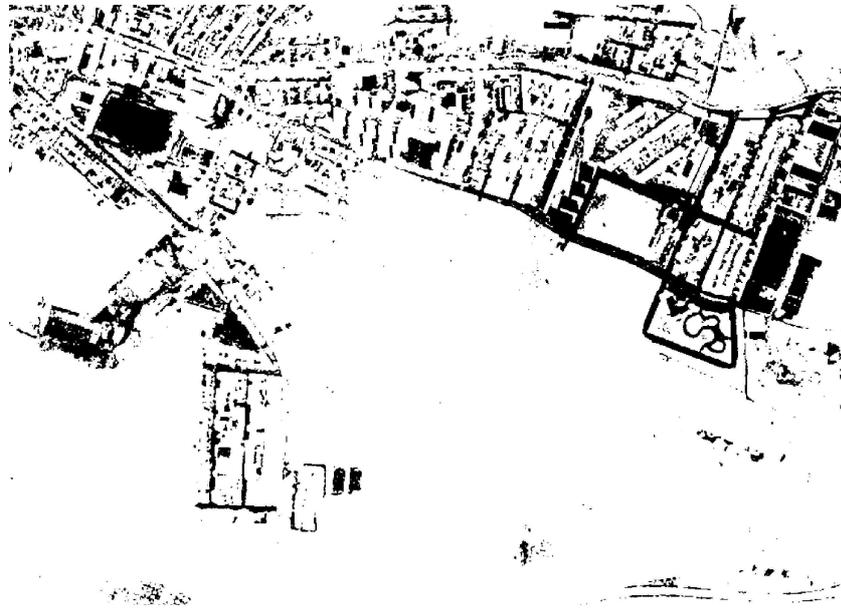


Fig. 6.4 Elaborazione Threshold color dell'area dell'abitato di Olvera (2001).

L'operazione viene effettuata con lo stesso procedimento, stesse caratteristiche e stessi settaggi per tutte le ortofoto di anni differenti (Fig. 6.5, 6.6, 6.7 e 6.8).

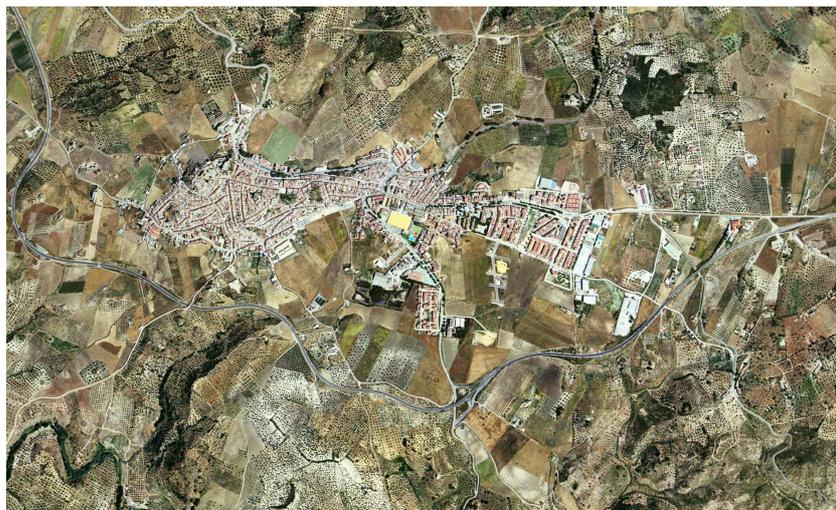


Fig. 6.5 Ortofoto dell'abitato di Olvera (2004).



Fig. 6.6 Ingrandimento dell'area analizzata dell'ortofoto dell'abitato di Olvera (2004).



Fig. 6.7 Elaborazione color space Lab dell'area dell'abitato di Olvera (2004).



Fig. 6.8 Elaborazione Threshold color dell'area dell'abitato di Olvera (2004).

La sottrazione delle aree presenti nell'elaborazione riferita all'immagine temporalmente più vecchia da quelle dell'elaborazione dell'immagine più giovane risulta fondamentale per il confronto temporale.

Il modulo che abbiamo utilizzato è stato (directory Process) “Image Calculator” (si possono utilizzare anche i moduli della subdirectory Math) ha permesso di utilizzare l'algebra booleana per applicare differenziazioni ed altre operazioni al fine di ottenere un'immagine finale che mostra le aree che si sono aggiunte nel periodo che intercorre tra le due ortofoto (Fig. 6.9).

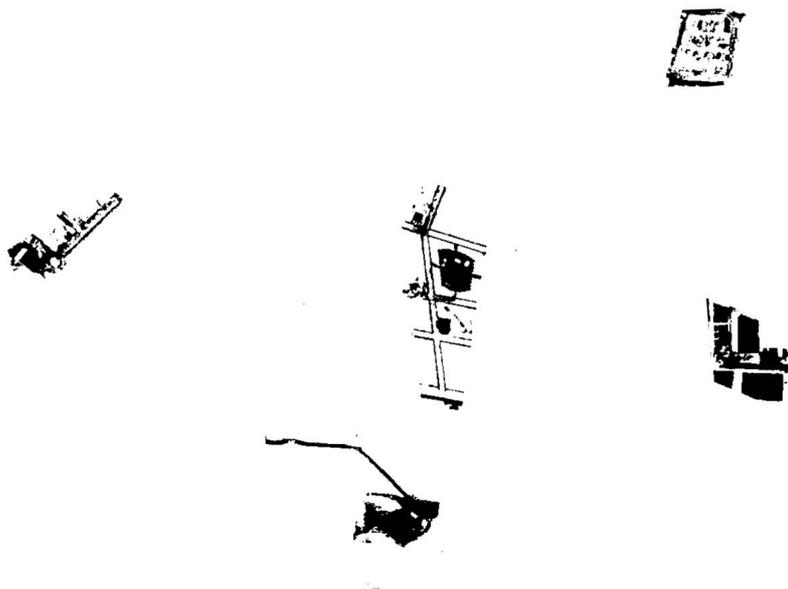


Fig. 6.9 Elaborazione Math sottrattiva delle elaborazioni Threshold per gli anni 2001 - 2004.

Le immagini non sono state nè scalate nè deformate in maniera da poter utilizzare lo stesso file di georeferenziazione dell'ortofoto e riottenere un'immagine georeferenziata da poter sovrapporre in GIS con qualsiasi altro tematismo. Si è effettuato un controllo incrociato con la cartografia realizzata per la carta della suscettibilità.

Se si volesse ottenere, di un'immagine raster, uno shape vettoriale è possibile attraverso l'uso del plugin “raster to vector” che permette di trasformare i pixel di valore 1 (Neri) in shape a linee o aree vettoriali. Questa operazione non permette di ottenere shape vettoriali georeferenziati, sarà quindi necessario georeferenziare lo shape ad un'immagine in ambiente GIS ed ottenere uno shape corretto (Fig. 6.10 e 6.11).



Fig. 6.10 Elemento estrapolato dall'immagine e pronto per la vettorializzazione.

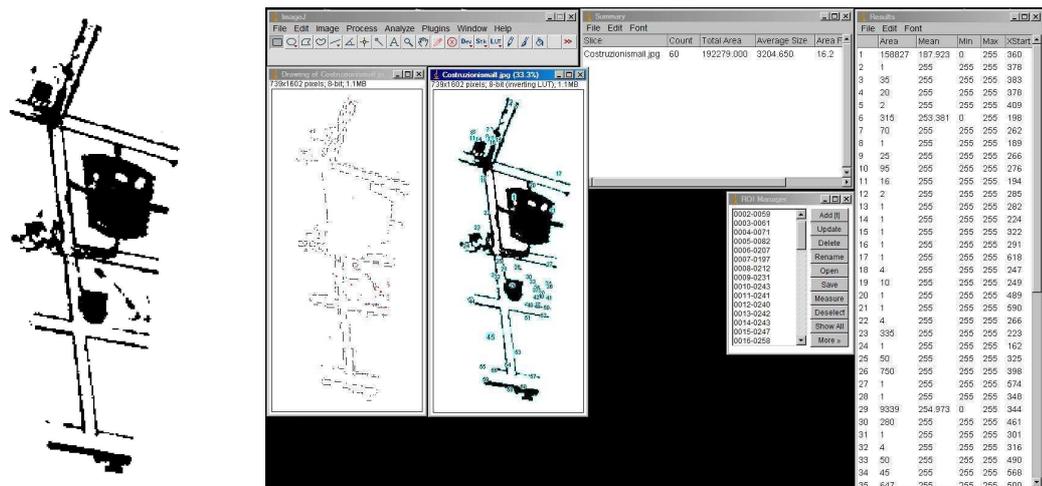


Fig. 6.11 Vettorializzazione e georeferenziazione dell'elemento estrapolato con "raster to vector".

### *Software per la verifica di movimenti lenti di versante dell'area di Olvera*

Per l'analisi dei movimenti lenti di versante effettuabile in maniera automatica anche attraverso l'UMPC (§ Cap. 4 Par. 2.5.2), e valido anche per le elaborazioni precedenti, è stato utilizzato lo stesso software OS ImageJ.

La metodologia per effettuare l'analisi multitemporale su ortofoto attraverso l'individuazione di oggetti vegetali (nel nostro caso ulivi) per la verifica di movimenti lenti di versante è simile

alla precedente ma utilizza uno spazio colore e plugin differenti (Fig 6.12).

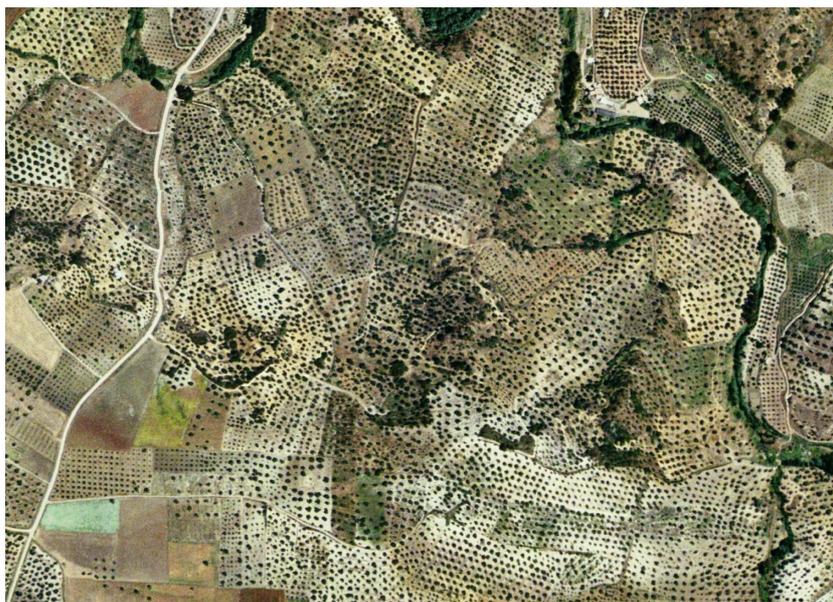


Fig. 6.12 Ortofoto dell'area ad uliveti con possibili movimenti lenti di versante ad Est di Olvera (2004).

Attraverso l'utilizzo di ImageJ è stato possibile elaborare le ortofoto in maniera tale da discriminare oggetti con “firme spettrali” caratteristiche dei vegetali focalizzandoci sui singoli alberi di ulivo.

Utilizzando il plugin (subdirectory thresholdcolor) “RGBtoYUV” sono state ottenute immagini in spazi colore YUV (§ Cap. 2 Par. 2.7) con differenti possibilità di modifica che vanno dalla variazione di contrasti, ai colori, toni ed altro.

Questo spazio colore, come per lo spazio colore Lab, permette di ottenere un'immagine di output che mette in evidenza le firme spettrali dei vegetali nei confronti dei campi non vegetati (Fig. 6.13).

Come visto per lo spazio colore Lab, per evidenziare le singole piante, si applica il plugin “Threshold color” che, attraverso opportuni settaggi, filtra eliminando le aree con presenza di terreno.

L'immagine finale è un B/N dove le aree a valore 1 (Nere) sono quelle dove vi sono alberi, mentre le aree a valore 0 (Bianche) sono quelle dove ci sono campi non vegetati (Fig. 6.14 e 6.15).



Fig. 6.13 Elaborazione in color space YUV per l'area ad est di Olvera (2004).

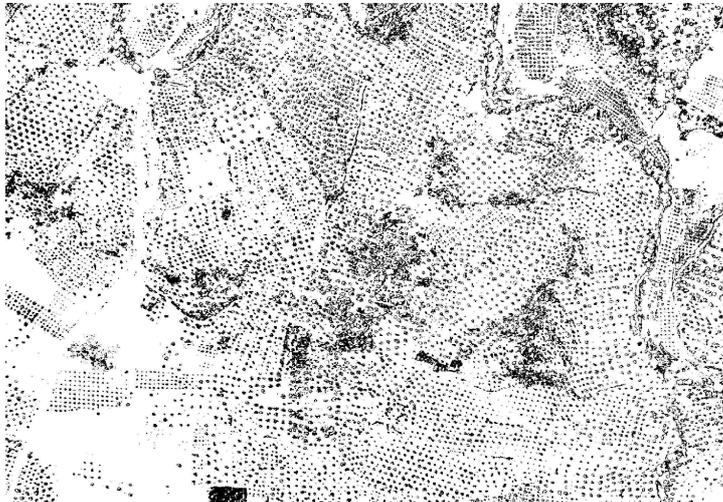


Fig. 6.14 Elaborazione in Threshold color per l'area ad est di Olvera (2004).

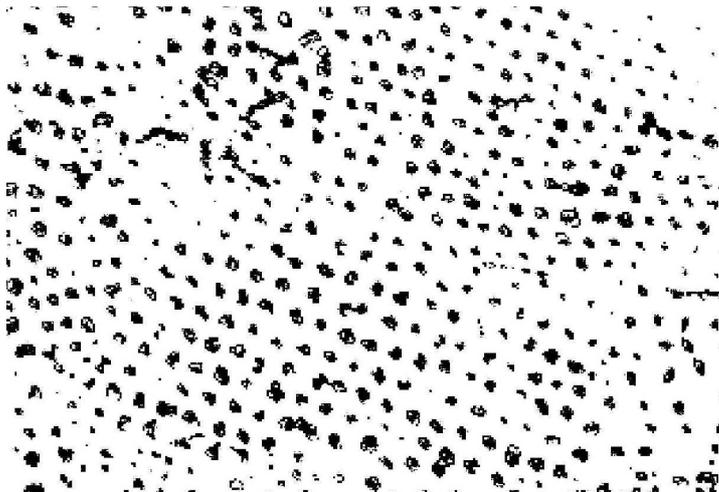


Fig. 6.15 Ingrandimento dell'area scelta per l'analisi dell'elaborazione in Threshold color.

L'operazione viene ripetuta o automatizzata con lo stesso procedimento, stesse caratteristiche e stessi settaggi per tutte le ortofoto di anni differenti (Fig. 6.20, 6.21, 6.22 e 6.23).



Fig. 6.20 Ortofoto dell'area con uliveti ad est di Olvera (2001).



Fig. 6.21 Elaborazione in color space YUV dell'area ad est di Olvera (2001).

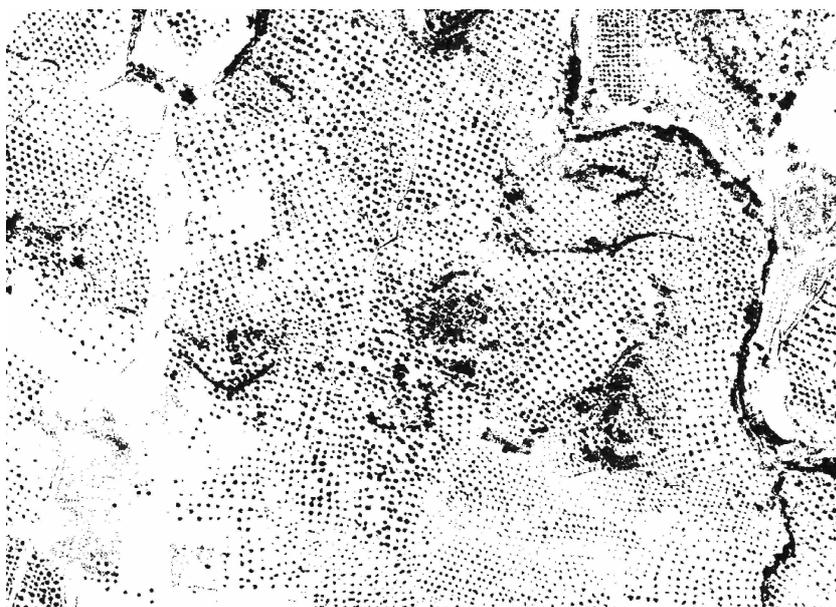


Fig. 6.22 Elaborazione in Threshold color dell'area ad est di Olvera (2001).

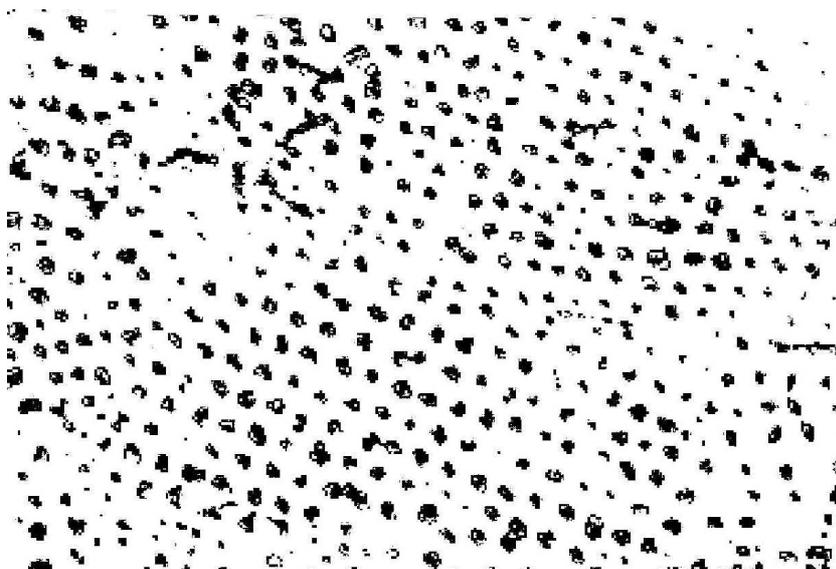


Fig. 6.23 Ingrandimento dell'area scelta per l'analisi dell'elaborazione in Threshold color.

L'individuazione dei singoli alberi e la determinazione delle loro coordinate, relative, riferite sia all'immagine temporalmente più vecchia che a quella più recente è stata un'operazione fondamentale.

Il plugin che ha permesso di effettuarla individuando ogni singolo albero e creare un'output

datasheet delle coordinate relative è “Create Template”. Esso permette di far individuare all'operatore l'oggetto di riferimento ed automaticamente riconoscere tutti gli altri.

Il modulo software effettua dapprima una correlazione inversa (Fig. 6.16);

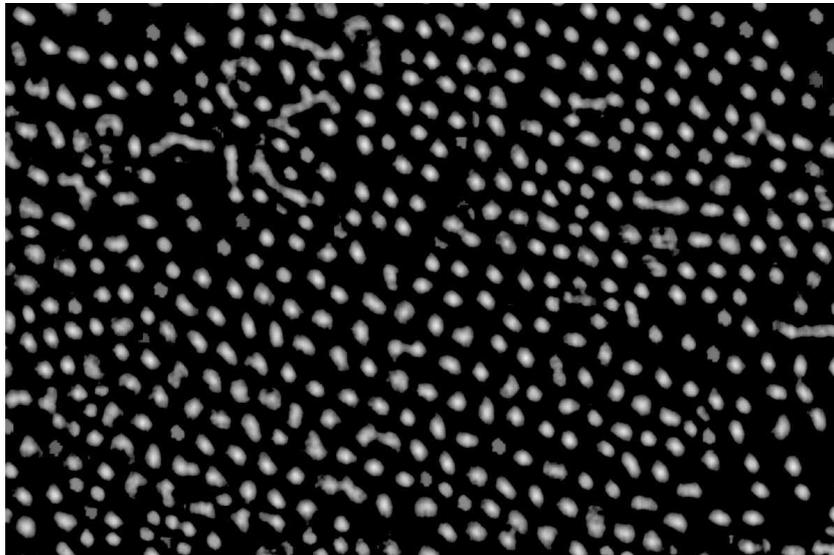


Fig. 6.16 – Correlazione inversa del raster dell'area analizzata (2004).

poi di ogni punto in automatico individua le coordinate relative (Fig. 6.17);

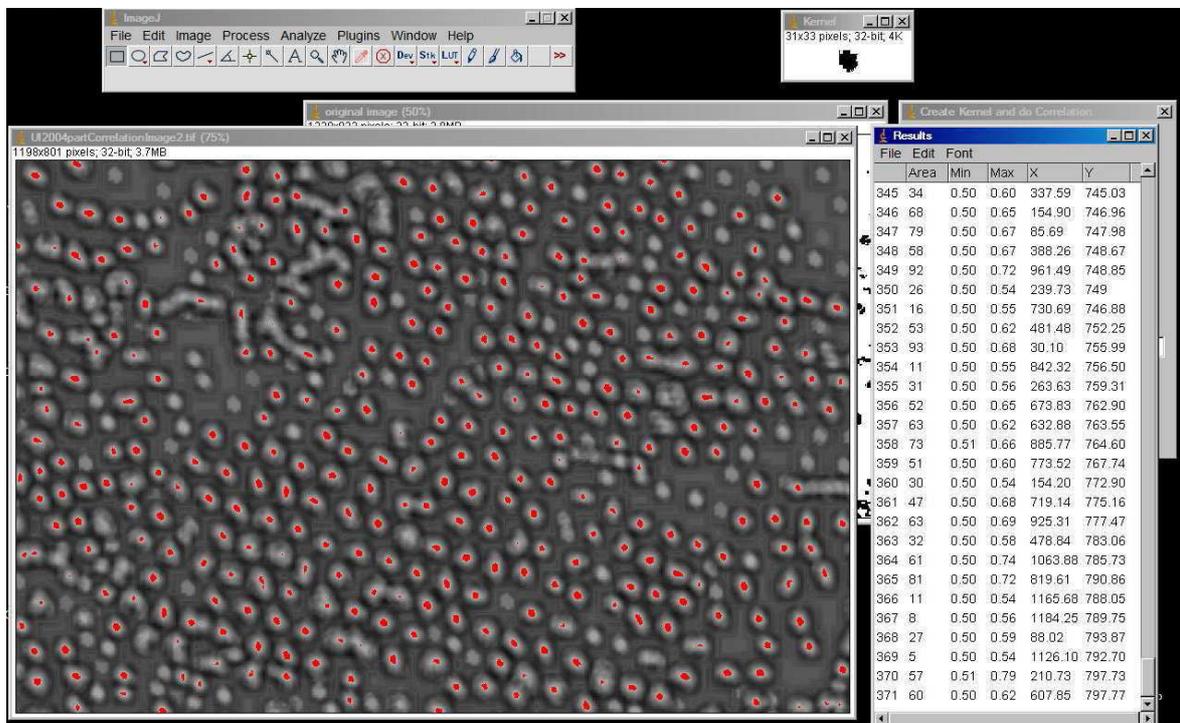


Fig. 6.17 – Individuazione automatica degli oggetti del raster (2004).

le estrae (Fig. 6.18);

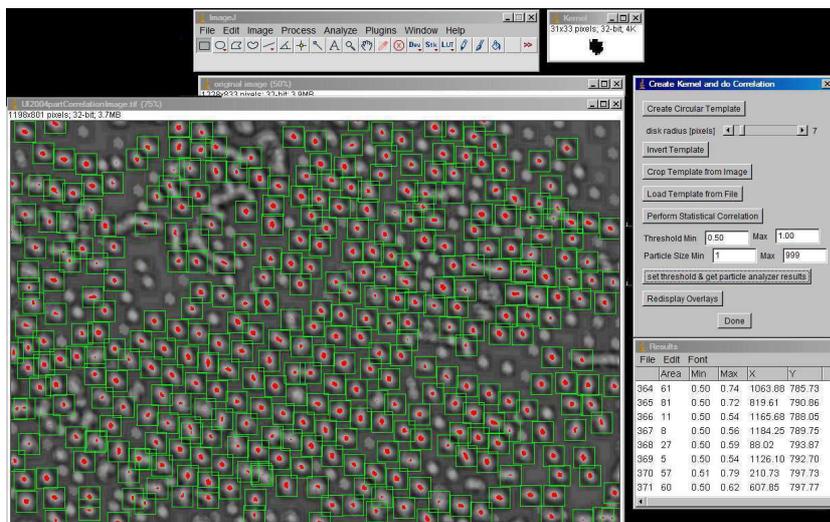


Fig. 6.18 – Estrazione delle coordinate relative dei punti individuati (2004).

e le scarica in output un datasheet con le coordinate relative di ogni punto (Fig. 6.19).

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Area	Min	Max	X	Y			
1	1	70	0.0347	0.0438	3.6347	0.2132		
2	2	6	0.0347	0.0396	683.0000	0.0347		
3	3	21	0.0347	0.0458	38.8465	0.0833		
4	4	89	0.0347	0.0569	34.8111	0.5410		
5	5	83	0.0354	0.0500	13.7924	0.5736		
6	6	54	0.0347	0.0375	36.2444	0.8493		
7	7	81	0.0347	0.0493	1.1556	0.9285		
8	8	47	0.0354	0.0507	15.6611	0.9826		
9	9	50	0.0347	0.0486	30.4694	0.9806		
10	10	87	0.0347	0.0507	23.2111	1.3007		
11	11	56	0.0347	0.0438	37.9958	1.3090		
12	12	58	0.0347	0.0403	32.0486	1.5944		
13	13	75	0.0354	0.0521	24.9715	1.6785		
14	14	90	0.0347	0.0479	13.7979	2.1486		
15	15	42	0.0347	0.0389	27.9764	2.0132		
16	16	65	0.0347	0.0479	39.7090	2.0528		
17	17	75	0.0347	0.0479	11.2375	2.2035		
18	18	70	0.0347	0.0500	16.8215	2.1743		
19	19	63	0.0347	0.0444	45.6292	2.2868		
20	20	60	0.0347	0.0472	15.6007	2.4076		
21	21	78	0.0347	0.0493	2.6257	2.7174		
22	22	66	0.0347	0.0431	35.4778	2.7451		
23	23	67	0.0347	0.0424	30.8181	2.8826		
24	24	68	0.0347	0.0493	37.3340	2.9382		
25	25	49	0.0347	0.0444	19.7111	3.0681		
26	26	94	0.0347	0.0486	4.3722	3.1868		
27	27	63	0.0347	0.0451	10.3403	3.1826		
28	28	61	0.0347	0.0403	43.3486	3.3229		
29	29	78	0.0347	0.0472	38.6188	3.5292		
30	30	82	0.0347	0.0493	6.1792	3.5688		
31	31	91	0.0347	0.0507	25.4417	3.5729		
32	32	50	0.0347	0.0410	32.8583	3.6097		
33	33	79	0.0347	0.0542	27.3924	3.8028		
34	34	23	0.0347	0.0403	14.7257	3.9271		
35	35	79	0.0347	0.0479	16.8396	4.1500		
36	36	67	0.0347	0.0438	40.4222	4.0826		

Fig. 6.19 – Datasheet con le coordinate relative dei punti in formato numerico (2004).

Effettuando l'operazione per ogni ortofoto e per anni differenti (Fig. 6.24, 6.25 e 6.26),

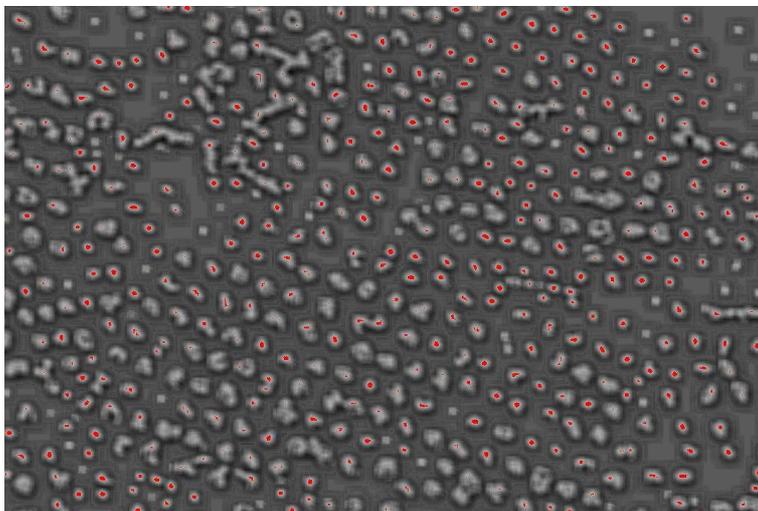


Fig. 6.24 - Correlazione inversa del raster dell'area analizzata (2001).

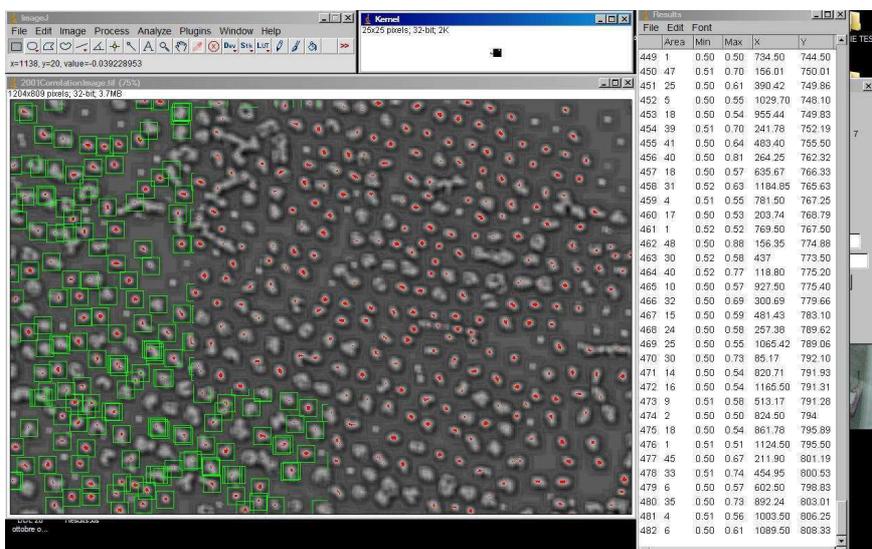


Fig. 6.25 - Individuazione automatica degli oggetti del raster (2001).

Area	Min X	Max X	Min Y	Max Y	Area	Min X	Max X	Min Y	Max Y	Area	Min X	Max X	Min Y	Max Y
1	14	00.5100	01.0400	250.2100	01.5700	40	47	00.5000	01.0600	250.2700	79.0300	86	36	00.5000
2	46	00.5100	01.2000	290.1200	03.2400	41	9	00.5000	00.5800	101.2800	76.3400	87	55	00.5000
3	5	00.5100	00.5100	745.5900	02.5000	42	42	00.5100	01.1200	849.2600	83.1400	88	5	00.5000
4	39	00.5000	01.0800	886.1900	05.1900	43	41	00.5000	01.2500	210.3100	86.2800	89	47	00.5000
5	2	00.5000	00.5100	82.5900		44	55	00.5000	01.1700	737.3400	86.1000	90	2	00.5000
6	49	00.5100	01.1800	733.9500	06.8100	45	34	00.5000	01.0500	993.0900	86.5900	91	19	00.5000
7	10	00.5000	00.5800	404.3000	06.4000	46	50	00.5000	01.0800	150.2600	88.5800	92	1	00.5300
8	5	00.5100	00.5400	580.3000	06.3000	47	24	00.5000	00.5700	895.5800	87.4200	93	15	00.5000
9	21	00.5000	01.0100	520.0200	11.4500	48	34	00.5100	01.1200	182.1900	91.1500	94	3	00.5100
10	54	00.5000	01.1000	789.0500	12.2900	49	45	00.5000		1038.5000	96.5000	95	12	00.5100
11	8	00.5000	00.5200	646.1200	13.3800	50	51	00.5100	01.1100	608.1900	102.3200	96	5	00.5100
12	34	00.5000	01.0000	930.2600	16.2100	51	50	00.5000	01.1600	924.3800	101.1800	97	10	00.5000
13	13	00.5000	00.5400	683.1900	18.1000	52	38	00.5000	01.0900	787.2400	103.3900	98	36	00.5100
14	22	00.5000	00.5500	1070.0400	20.2300	53	48	00.5000	01.0400	655.2500	107.2100	99	3	00.5100
15	33	00.5000	01.0100	25.5900	23.8800	54	21	00.5000	00.5700	1076.0000	106.3800	100	16	00.5000
16	2	00.5100	00.5100	330.5000		55	8	00.5000	00.5200	686	107.2500	101	23	00.5000
17	1	00.5000	00.5000	334.5000	22.5000	56	26	00.5000	00.5700	483.2900	112.0200	102	50	00.5000
18	6	00.5000	00.5500	34.5000	27.5000	57	2	00.5100	00.5400	439.5000	108	103	53	00.5100
19	51	00.5000	01.0200	832.5600	29.3100	58	27	00.5000	01.0800	967.3900	114.3100	104	25	00.5000
20	5	00.5200	00.5600	462.5000	30.5000	59	36	00.5000	01.0900	1116.3000	119.1000	105	14	00.5000
21	1	00.5100	00.5100	327.5000	30.5000	60	2	00.5100	00.5300	833	119.5000	106	29	00.5000
22	1	00.5400	00.5400	370.5000	30.5000	61	1	00.5100	00.5100	835.5000	119.5000	107	13	00.5000
23	33	00.5000	01.0800	971.2900	33.2600	62	24	00.5100	01.0100	870.2900	122.1900	108	6	00.5000
24	45	00.5000	01.1700	868.0600	37.2100	63	29	00.5000	00.5800	488.1200	124.5000	109	2	00.5100
25	3	00.5000	00.5200	431.5000	35.6000	64	55	00.5000	01.1200	726.1900	124.1900	110	1	00.5000
26	1	00.5200	00.5200	726.5000	38.5000	65	42	00.5000	01.2700	201.2600	126.4000	111	1	00.5100
27	38	00.5000	01.0000	553.5000	47.2600	66	41	00.5000	01.0500	578.1000	127.0000	112	29	00.5000
28	40	00.5100	01.0500	909.0200	48.1200	67	36	00.5200	00.5900	1013	125.5000	113	9	00.5100
29	41	00.5000	01.0500	767.3900	56.2200	68	11	00.5000	01.0000	39.2600	126.3500	114	47	00.5000
30	52	00.5000	01.1100	597.4600	57.2700	69	19	00.5000	00.5700	86.4500	128.2200	115	6	00.5000
31	12	00.5000	00.5400	333.3200	59.0700	70	44	00.5000	01.0600	161.2400	131.3400	116	2	00.5100
32	2	00.5000	00.5200	267.5000	59	71	6	00.5000	00.5500	86.3300	134.0700	117	5	00.5100
33	24	00.5000	01.0000	480.1900	62.6000	72	1	00.5000	00.5000	56.5000	133.5000	118	6	00.5100
34	13	00.5000	00.5600	672.3500	63.4200	73	2	00.5100	00.5300	311.5000	136	119	35	00.5000
35	42	00.5000	01.0500	950.2900	65.0500	74	38	00.5000	01.0900	916.2200	138.2900	120	41	00.5000
36	4	00.5400	01.0400	869.1700	64.4400	75	7	00.5000	01.0400	635.1100	138.6100	121	4	00.5000

Fig. 6.26 – Datasheet con le coordinate relative dei punti in formato numerico anno 2001.

esattamente per la stessa area spaziale con le stesse coordinate degli spigoli, attraverso un GIS, è possibile verificare con OpenOffice Base (SOS del tutto simile a Excel, § Appendice V) un eventuale spostamento di più alberi e calcolarne direzione, verso e velocità. Il software automatico di confronto delle coordinate è ancora in fase embrionale e non è al momento in grado di fornire dati ed esportazioni grafiche corrette.

E' possibile però importare i raster, aggiungendo il file di georeferenziazione dell'immagine iniziale, in ambiente GIS in maniera speditiva e confrontare le due immagini realizzate accendendo e spegnendo uno dei due layer verificando eventuali spostamenti.

Oppure utilizzando invece comandi di ImageJ come Average di image calculator si possono ottenere risultati grafici eloquenti che mostrano gli spostamenti di parte del versante (Vedi Fig. 6.27).

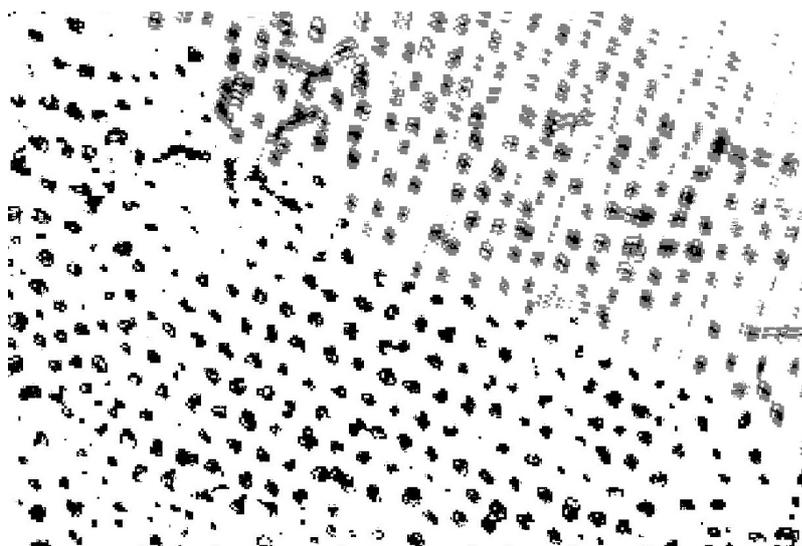


Fig. 6.27 – Elaborazione delle due immagini raster con il modulo Average (Image calculator) di ImageJ per verificare eventuali spostamenti lenti.

### ***Ricerca automatica multitemporale di nuovi insediamenti abitativi (Oliveto Lucano)***

Per testare su un'area diversa il sistema realizzato, sono state riprodotte le stesse elaborazioni per l'abitato di Oliveto Lucano per gli anni che vanno dal 2000 al 2006. Tutti i passaggi sono riportati nelle figure seguenti (Fig. 6.28, 6.29, 6.30, 6.31, 6.32, 6.33 e 6.34).



Fig. 6.28 – Ortofoto dell'abitato di Oliveto Lucano (2000).

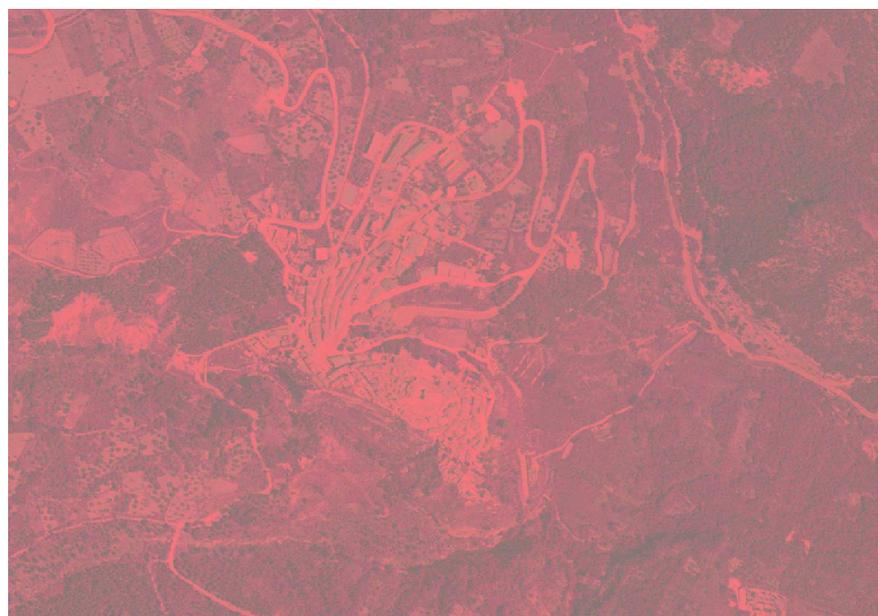


Fig. 6.29 – Elaborazione in color space Lab dell'area dell'abitato di Oliveto Lucano (2000).



Fig. 6.30 – Elaborazione in Threshold color dell'area dell'abitato di Oliveto Lucano (2000).



Fig. 6.31 – Ortofoto dell'abitato di Oliveto Lucano (2006).

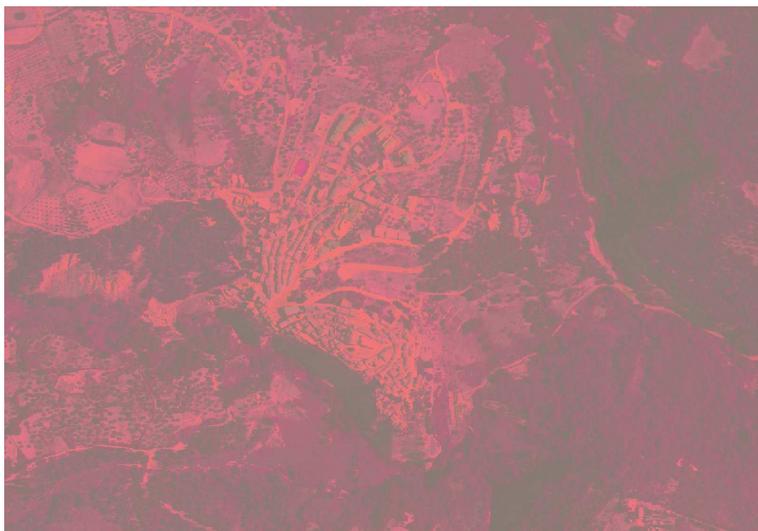


Fig. 6.32 – Elaborazione in color space Lab dell'area dell'abitato di Oliveto Lucano (2006).



Fig. 6.33 – Elaborazione in Threshold color dell'area dell'abitato di Oliveto Lucano (2006).

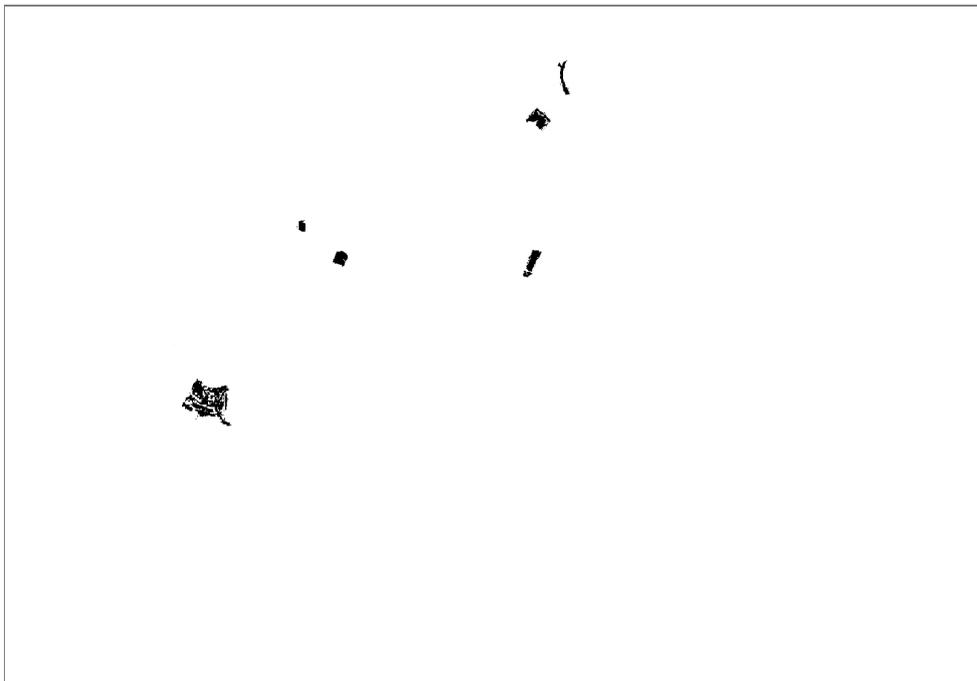


Fig. 6.34 – Elaborazione in Math sottrattiva delle elaborazioni in Threshold degli anni 2000 – 2006 dell'abitato di Oliveto Lucano.

Questa elaborazione permette di stabilire che la crescita dell'abitato di Oliveto Lucano negli anni dal 2000 al 2006 è stata veramente minima.

### ***Software per la verifica di movimenti lenti di versante area di Oliveto Lucano***

Per testare il sistema realizzato per l'individuazione di movimenti lenti di versante, sono state riprodotte le stesse elaborazioni in un'area a sud dell'abitato di Oliveto Lucano dove si pensava poter esserci un movimento lento di versante. Tutti i passaggi sono riportati nelle figure seguenti (Fig. 6.35, 6.36, 6.37, 6.38, 6.39, 6.40, 6.41, 6.42, 6.43, 6.44 e 6.45).



Fig. 6.35 – Ortofoto dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2000).



Fig. 6.36 – Elaborazione in color space YUV dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2000).



Fig. 6.37 – Elaborazione in Threshold color dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2000).

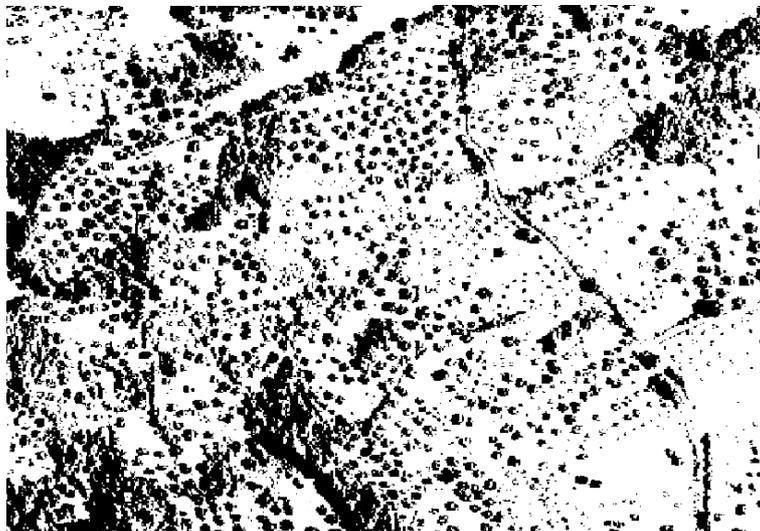


Fig. 6.38 – Area scelta per l'analisi dell'elaborazione in Threshold (2000).

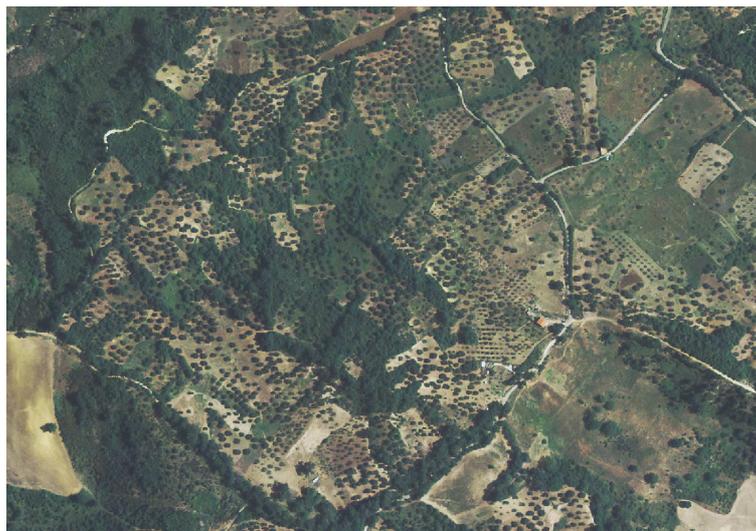


Fig. 6.39 – Ortofoto dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2006).

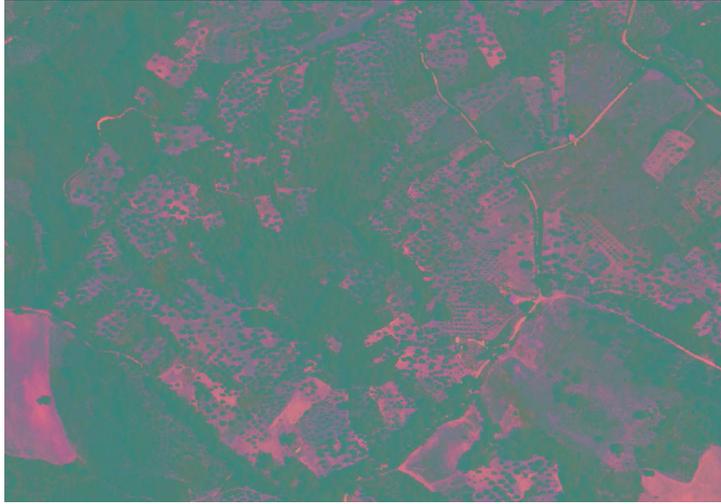


Fig. 6.40 – Elaborazione in color space YUV dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano(2006).

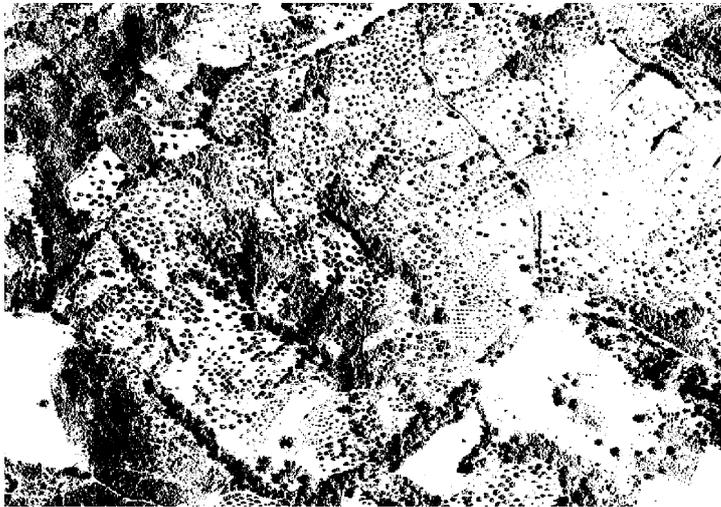


Fig. 6.41 – Elaborazione in Threshold color dell'area ad uliveti a sud di Oliveto Lucano (2006).

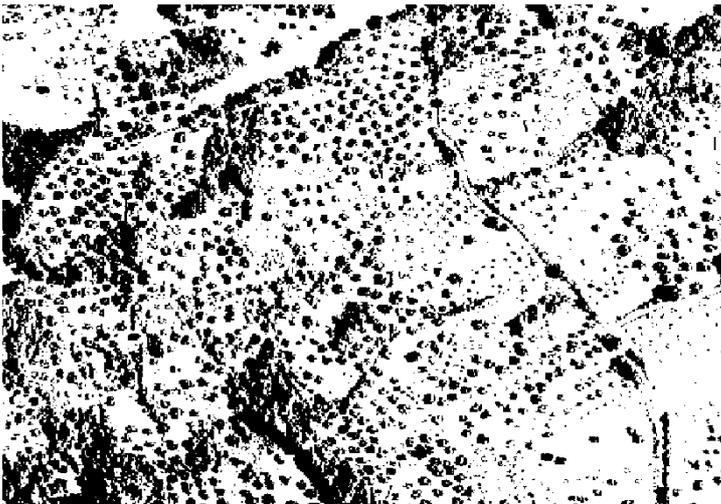


Fig. 6.42 – Area scelta per l'analisi dell'elaborazione in Threshold (2006).

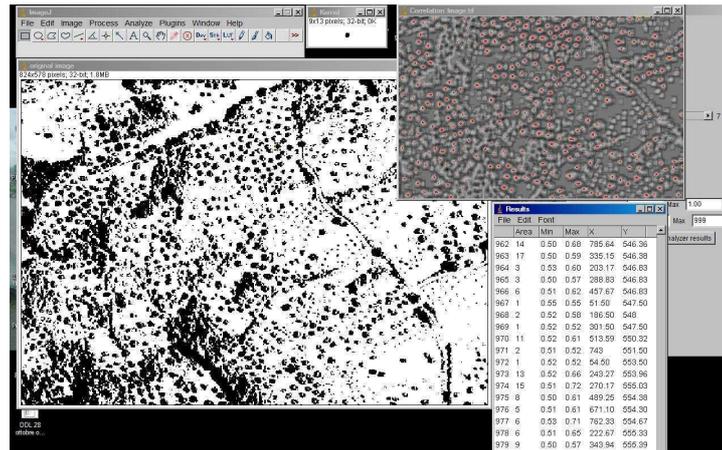


Fig. 6.43 – Correlazione inversa dei raster dell'area analizzata per l'anno 2000 e 2006.

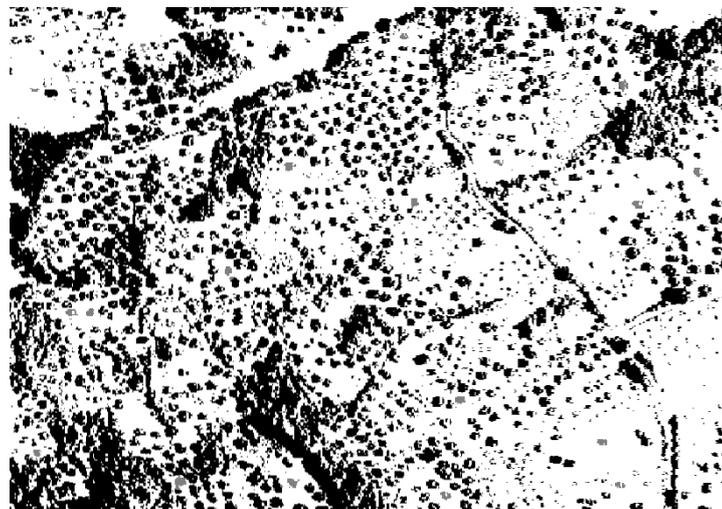


Fig. 6.44 – Elaborazione delle due immagini raster attraverso il modulo Average (Image calculator) di ImageJ per verificare eventuali spostamenti lenti.

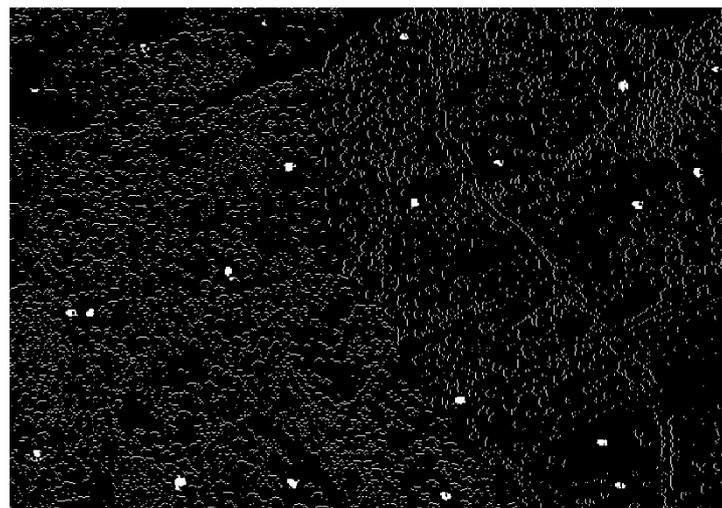


Fig. 6.45 - Elaborazione delle due immagini raster attraverso il modulo Subtract (Image calculator) di ImageJ per verificare eventuali spostamenti.

Attraverso le due elaborazioni finali (Fig. 6.44 e 6.45) possiamo affermare che durante gli anni che vanno dal 2000 al 2006 non vi sono stati spostamenti visibili alla scala utilizzata e molto probabilmente alcuni di questi alberi sono stati abbattuti oppure in una delle due immagini non sono stati individuati dal software. Le elaborazioni sono state effettuate su immagini alla scala 1:7.000 circa.

### 6.3 - Risultati finali

Attraverso il software OS ImageJ si è creato un sistema che automaticamente ed in poco tempo può dare importantissime informazioni sulle espansioni indiscriminate di aree abitate in aree a rischio e monitorato e scoperto aree che quasi invisibilmente si muovono e potrebbero in futuro creare situazioni di rischio per le popolazioni.

È in fase di sviluppo anche un software in grado di calcolare la percentuale relativa di copertura dell'area interessata dalle edificazioni comunali.

Come verifica sul campo e prova dell'efficacia del sistema di rilevamento di movimenti di versante riportiamo la foto degli ulivi presenti nell'area analizzata. “Non credo ci sia bisogno di commenti”.



Fig. 6.46 – Immagine ripresa sul campo dell'area ad oliveti di Olvera.

# **CAPITOLO 7**

**Simulazioni  
bi e tri-dimensionali  
di frane  
tipo "*mud-flow*"**



Le simulazioni al computer di frane che utilizzano metodi scientifici legati a leggi fisiche non ottengono mai risultati perfetti. Le incognite, per ogni tipo di frana e per ogni frana presente sulla terra, sono infinite ed è impossibile realizzare una simulazione che rispecchi esattamente la realtà. Oggi però, attraverso il miglioramento delle tecnologie di elaborazione da parte dei computer, lo sviluppo delle applicazioni software legate alle simulazioni fisiche 2D e 3D per i *game engine* e le performanti schede grafiche di ultima generazione, è possibile introdurre molte più variabili ed incognite per migliorarne le analisi fisiche temporali.

In questa tesi non si vuole creare una tecnologia di simulazione perfetta, ma realizzare un metodo speditivo ed immediato per poter prevedere eventuali rischi dovuti a eventi catastrofici.

I risultati di una simulazione dipendono dalla geometria (spessori e stratigrafie), dai parametri di caratterizzazione geologica del suolo e dai parametri del terreno (contenuto d'acqua nel suolo nella zona satura, contenuto d'acqua nel suolo nella zona insatura, contenuto d'acqua nel suolo nella zona superficiale, densità del suolo, coesione interna, angolo di attrito interno, densità dell'acqua), dai parametri geotecnici e da altri fattori (contenuto volumetrico d'acqua, permeabilità, altezza piezometrica, tempo, angolo di attrito, coesione apparente, peso dell'unità di volume del terreno, inclinazione del pendio), dalla topografia, dalle condizioni al contorno (profondità della formazione rocciosa impermeabile di base), dalle condizioni iniziali (suzione a piano campagna), dalle proprietà dei terreni (valore di ingresso d'aria della suzione, contenuti volumetrici d'acqua saturi e residui, permeabilità satura, parametri di resistenza), da dati meteorologici, dal peso della copertura vegetale e dalla coesione indotta dalla copertura vegetale.

Evidente è l'impossibilità di poter valutare in poco tempo tutti questi valori.

Lo studio di una simulazione di una frana, in questa tesi, è stato condotto attraverso un'analisi a ritroso (*back analysis*). Partendo dai dati raccolti in campagna dalla colata di Olvera si sono modificati, reinseriti e ricalcolati tutti i parametri nella simulazione in Blender (Cap. 2 Par. 2.4.7.1) sino a quando la simulazione finale non ha soddisfatto i parametri spaziali di sovrapposizione e movimento della stessa. È stato costruito un modello fisico ad-hoc con una metodologia che ha cercato di raggiungere la convergenza con il modello reale.

Attraverso l'esperienza ed i valori raccolti, abbiamo cercato una frana che avesse più proprietà e caratteristiche simili a quella di Olvera. È stata scelta quella nel comune di Oliveto Lucano molto simile alla precedente per: litologia, pendenza del versante, topografia,

condizioni al contorno (uso suolo, alberi, etc.), regime pluviometrico, etc. Le conoscenze geologiche e geomorfologiche dell'area hanno evidenziato come la configurazione attuale del paesaggio sia stata il risultato dell'interazione tra i processi morfogenetici e le caratteristiche strutturali e geotecniche del substrato che hanno influito sulle condizioni di innesco e di evoluzione del fenomeno franoso.

Abbiamo utilizzato i parametri settati per la frana di Olvera per quella di Oliveto e i risultati sono stati soddisfacenti.

Fare un solo test con un solo set di dati ed ottenere un tale risultato è un'ottima partenza. Lo sviluppo futuro di questi primi test potrebbe essere quello di raccogliere più set di parametri possibili da applicare facilmente poi in campo direttamente da un database. Un software legato allo stesso potrebbe suggerire automaticamente il set più simile alle caratteristiche descrivibili durante il rilevamento di campagna.

È stato possibile utilizzare il software direttamente in campo attraverso l'uso dell'UMPC in connessione col server nel quale avvengono i processi simulativi e ricevendone risposta nel più breve tempo possibile.

Per migliorare e velocizzare ulteriormente i calcoli della simulazione, Blender è in grado di utilizzare un gran numero di processori, se disponibili, anche in rete e quindi potenziare in maniera esponenziale il potere di calcolo.

## **7.1 - Metodo**

Il sistema realizzato e testato si basa sulla fusione tra il metodo degli elementi distinti particellari (D.E.M. Discrete Element Method, Cap. 2 Par. 2.8) e la fisica applicata alle particelle che Blender G.E. e Animation (Physics Particles) (Cap. 2 Par. 2.4.7.1) riescono a gestire.

Il primo permette di studiare un fenomeno formato da infinite particelle in modo discreto mentre Blender permette di associare alle particelle una serie svariata di proprietà. Verranno riportate le proprietà che possono essere rappresentate fisicamente per una frana di tipo mud-flow, i dati ricavati dal rilevamento necessari alle simulazioni, come trattare il contenuto in acqua, l'elaborazione dei DTM, l'inserimento dei dati nel software Blender ed infine gli output finali.

## **7.2 - Realizzazione**

Le due frane di tipo mud-flow scelte sono, per l'area di Olvera quella descritta nel

capitolo 3 al par 3.2, mentre per la zona di Oliveto Lucano quella a nord dell'abitato e presente nell'ingrandimento della carta della suscettibilità in Fig. 5.17.

### **Frana (colata) Oliveto Lucano (località Calciano)**

Secondo la classificazione di Varnes la frana di Calciano è, come primo movimento, una colata rapida (*flow-debris flow*) della quale non si conosce la data di attivazione. Anche attraverso fotografie multitemporali non si riesce a definire un range, sicuramente avvenuta prima del 1994 data delle prime foto aeree disponibili in BN sul Portale Cartografico Nazionale ([www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)). Come secondo movimento risulta un colamento lento (*slow flow*) tuttora attivo con presenza di diversi fenomeni sia sul corpo che sui versanti (erosione, *creeping*, etc..).

Secondo la classificazione di Hutchinson – EPOCH la frana è “*mud-slide*” ed un “*channelized mud-flow*” ed attualmente è attiva come colamento lento.

La corona e la scarpata principale sono multiple e presenti in una vasta zona ad Ovest dell'abitato di Calciano, 11 nicchie ben evidenti sono state rilevate, ma ve ne sono altre più piccole (Fig. 7.1).



Fig. 7.1 – Foto aerea dell'area delle nicchie di distacco della frana in località Calciano.

Sui fianchi destro e sinistro della colata sono presenti in più punti diverse scarpate minori nascoste nelle foto aeree dalla copertura boschiva (Fig. 7.2).



Fig. 7.2 – Nicchia di distacco laterale e scarpata secondaria.

Il corpo principale si estende per centinaia di metri dalla zona di distacco con spessore variabile. La superficie di separazione in alcuni punti è ben visibile (Fig. 7.3),



Fig. 7.3 – Superficie di separazione della colata superiore.

in alcune aree è doppia con la presenza di una lingua centrale che sormonta la colata sottostante più lenta (Fig. 7.4).



Fig. 7.4 – Superficie di separazione della colata inferiore.

È ben riconoscibile lo spostamento lento delle due lingue per la presenza di una carreggiata solcata da pneumatici (Fig. 7.5).



Fig. 7.5 – Spostamento centimetrico della superficie di separazione della colata superiore.

Lungo tutto il percorso della colata sono presenti molti "transverse cracks" di spessore decimetrico (Fig. 7.6)



Fig. 7.6 – Transverse cracks sul corpo principale.

che si dispongono a gradinata (Fig. 7.7).



Fig. 7.7 – Transverse cracks disposti a gradinata sul corpo principale.

La zona di accumulo è situata in un'area pianeggiante, probabilmente resto di un paleoterrazzo fluviale (del Basento) con presenza di "radial cracks" e "transverse ridge" al

piede. Di seguito vengono riportati i dati numerici relativi alla colata calcolati anche tramite l'utilizzo dell'UMPC e ricontrollati attraverso il telerilevamento:



Fig. 7.8 – Uso dell'UMPC sulla colata.

- ➔ La lunghezza totale della colata è di 1700 metri.
- ➔ La lunghezza dell'area di distacco è di 338 metri e comprende le 11 nicchie rilevate.
- ➔ La lunghezza dell'area di scorrimento è di 1130 metri.
- ➔ La lunghezza dell'area di accumulo è di 232 metri.
- ➔ La larghezza massima dell'area di accumulo è di 97 metri.
- ➔ La larghezza media della zona di distacco è di 80 metri.
- ➔ La larghezza media dell'area di scorrimento è di 35 metri (max 47 – min 23).
- ➔ Lo spessore medio del corpo principale dove attualmente si trovano le due colate varia dai 0,5-1 metro di quella superiore a 1,5-2,5 di quella sottostante.
- ➔ Lo spessore massimo della zona di accumulo è stato stimato attorno ai 5-6 metri.

Litologie coinvolte:

- Suolo argilloso di spessore metrico presente nell'area di distacco.
- Marne e argille marnose sciolte con blocchi da centimetrici a decimetrici di arenarie, selci e

calcarei micritici talvolta brecciati molto probabilmente ascrivibili alla Formazione di Serra Palazzo.



Fig. 7.9 – Insieme delle litologie presenti sul corpo principale.

Sui fianchi della colata si ergono le arenarie compatte dei Sabbioni di Garaguso.



Fig. 7.10 – Sabbioni di Garaguso sui fianchi destro e sinistro della frana.

A scala comunale tra gli abitati di Garaguso e Oliveto Lucano e tra le due valli del Basento e della Salandrella sono presenti molti smottamenti e frane. In particolare, sulla S.S. 277, un intero versante sta franando ed interessa più volte la strada.



Fig. 7.11 – Cartello di pericolo lungo la S.S. 277.



Fig. 7.12 – Attraversamento da parte della frana, che supera il muretto di contenimento in cemento, sulla S.S. 277.

I dati rilevati per le due frane necessari alla simulazione fisica sono stati riportati su carta, database e WebGIS (Fig. 7.13) (per la frana di Olvera vedi Fig. 3.13):

- 1) Area nicchia di distacco;
- 2) Nicchie di distacco;

- 3) Area di scorrimento;
- 4) Area di accumulo;
- 5) Aree a rischio circostanti area di distacco.

Dati calcolati durante il rilevamento:

- Spessore del suolo interessato;
- Caratteristiche litologiche del suolo;
- Copertura del suolo;
- Stima dell'area interessata (1+2+3+4);
- Stima della profondità.

Dati ricavati da altre fonti:

- Elevation map – DEM ricavati da carte IGMI per la frana di Oliveto Lucano e dai dati della Junta de Andalucia per quelli della frana di Olvera;
- Precipitazioni da dati ancillari (per un'idea della frequenza e intensità, difficilmente potrebbero entrare a far parte della simulazione);
- Caratteristiche generali geofisiche e geolitologiche di una frana di tipo mud-flow (Pendenza media (25°-40°), tipo di flusso (viscoso, viscoso-plastico), movimento ad impulsi, velocità (fino a 10 metri al sec.), cause di innesco, etc.

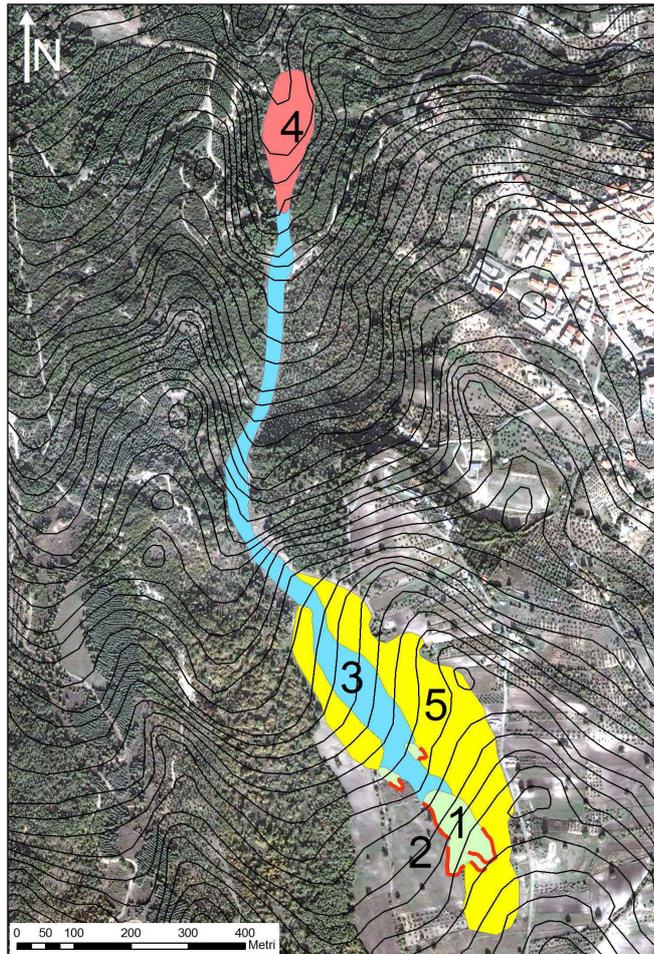


Fig. 7.13 – Carta del rilevamento della frana in località Calciano.

Passaggi tecnici effettuati nell'importazione dei dati del rilevamento nei moduli fisici nel SOS Blender: Importazione del DEM all'interno di Blender.

Per questa operazione si utilizza lo script YADEMI, opportunamente modificato, per utilizzare le librerie GDAL (§ Cap. 2 in Par. 2.4.3.1) e Numpy (§ Appendice VII) che lavorano su immagini raster.

Il DEM ottenuto ha permesso di determinare le pendenze locali del versante e le aree contribuenti specifiche per ogni sezione di terreno e tutte le caratteristiche morfometriche del bacino. Il principale vantaggio nell'utilizzo di modelli basati sui modelli digitali del terreno, per la valutazione della pericolosità da frane superficiali, consiste nella possibilità di considerare in modo esplicito tutte le variabili morfometriche dei versanti. La topografia morfologica esercita, infatti, un forte controllo sulla propensione del territorio a franare, sia attraverso la pendenza, sia attraverso la convergenza del flusso ipodermico nelle zone di impluvio che

determina un aumento del grado di saturazione del terreno e la diminuzione della sua resistenza al taglio.

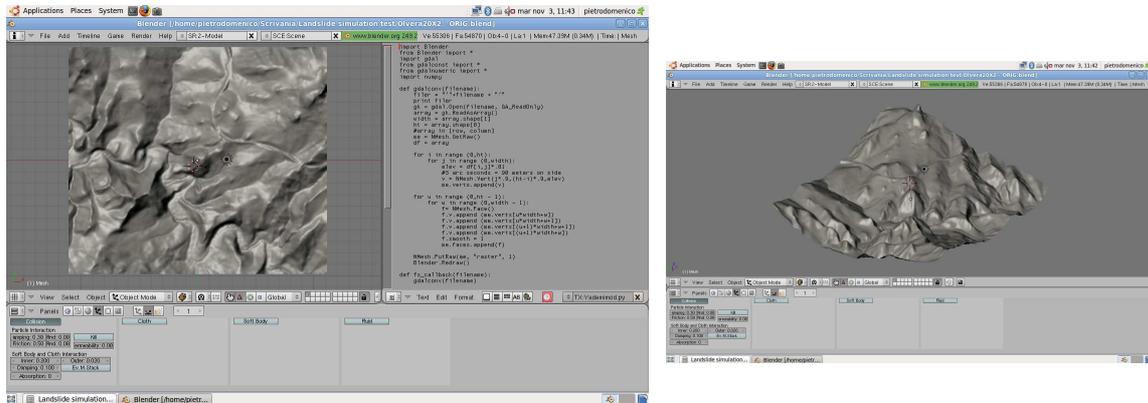


Fig. 7.14 – Importazione del DEM attraverso lo script YADEMI modificato.

Attraverso la carta del rilevamento geomorfologico realizzata sul campo si seleziona l'area di distacco dalla quale è avvenuto l'evento principale valutandone approssimativamente il volume e creando un solido sul DEM delle dimensioni calcolate.

Ad esso si assegna una proprietà, che in Blender si chiama emettitore la quale permette al solido di riempirsi di particelle pronte per la simulazione.

Le particelle non hanno massa e non hanno proprietà specifiche; per impostarle si genera una particella master, nel caso di Blender è una mesh icosfera, alla quale è possibile assegnare un numero di facce, una dimensione ed un peso.

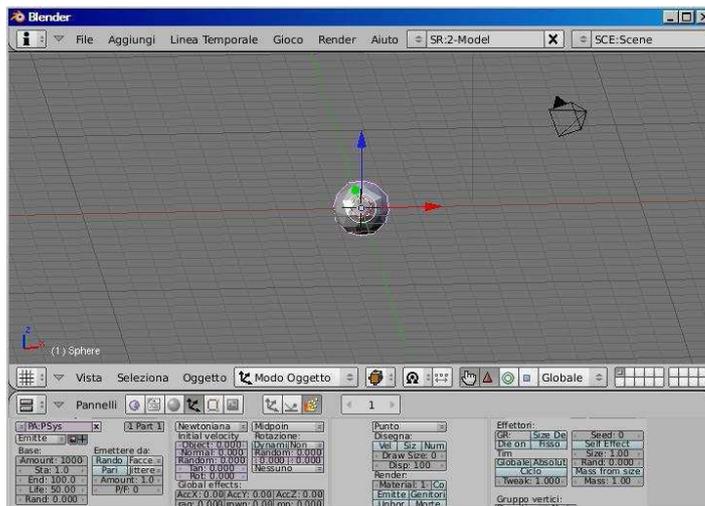


Fig. 7.15 – Icosfera mesh master per l'inserimento delle proprietà caratteristiche.

Inserimento delle proprietà necessarie alle interazioni tra particelle e terreno per la

simulazione di una colata di fango tipo mud-flow.

Per una particella:

- Dimensione;
- Forza peso;
- Numero facce icosfera.

Per il sistema di particelle:

- Numero di particelle create dall'emettitore = Volume stimato della frana;
- Tempo di generazione delle particelle = Tempo di svuotamento del volume della nicchia di distacco e tempo totale;
- Proprietà di inizio e fine del processo = Tempi globali del processo;
- Tipo di emissione = volumetrica.

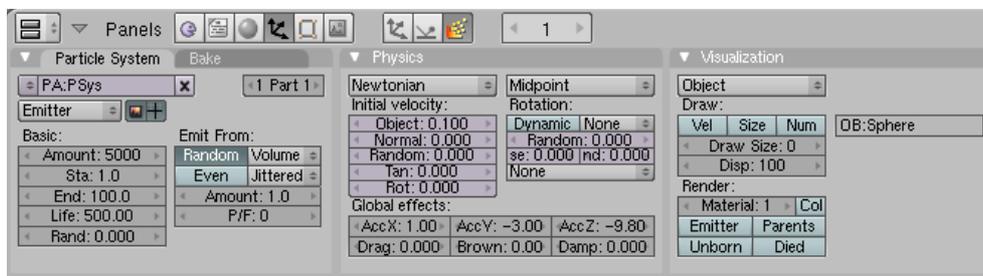


Fig. 7.16 – Modulo di inserimento del Sistema particellare, della Fisica ed del joint dell'oggetto.

Per la fisica:

- Tipo = Newtoniana;
- Velocità iniziale oggetto = 0;
- Velocità normale oggetto = 0;
- Velocità tangenziale e rotazionale = 0;
- Tipo di rotazione = Dinamica;
- Effetti globali AccZ=-9.8 (accelerazione di gravità);
- Attrito (Friction) = 7,5;
- Viscosità (Viscosity) = 1,019.

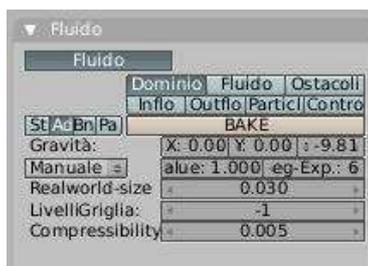


Fig. 7.17 – Modulo di inserimento del dominio della viscosità del fluido.

Il DEM interagisce con il sistema di particelle attraverso il settaggio dei i moduli relativi alle collisioni ed in particolare ai valori di Saltazione (Damping), di Attrito (Friction) e di Permeabilità (Permeability).

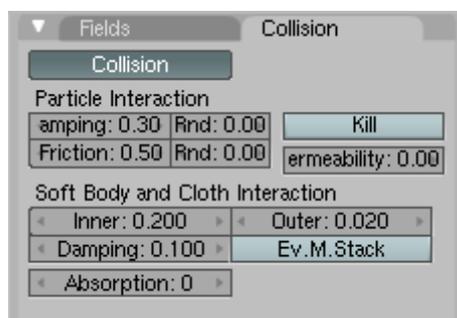


Fig. 7.18 – Modulo di inserimento delle Collisioni (Damping, Friction e Permeability).

Per gestire e collegare questi parametri, soprattutto quelli geometrici, è necessario compilare degli script in Python attraverso l'apposito modulo (Blender può compilare gli script in Python).

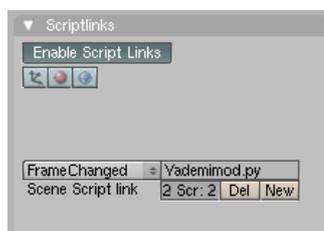


Fig. 7.19 – Modulo di caricamento Scriptlinks (Python).

## Simulazione

Il sistema di particelle che verrà generato, sotto la forza di gravità, comincerà a spostarsi lungo il versante. Le proprietà inserite per le particelle permetteranno l'interazione tra le stesse in maniera tale da mantenere coesione, concentrazione e attriti interni variabili secondo la fisica newtoniana. Non è semplice individuare le esatte caratteristiche di una frana poichè i fattori sono tantissimi e variano da frana a frana.

Risulta fondamentale la conoscenza del territorio, le caratteristiche litologiche, l'idrografia sotterranea e superficiale, etc.

La simulazione è ripresa da diverse telecamere inserite lungo il percorso, dalle quali, dopo opportuni settaggi del pannello Render-Animation, sarà possibile visualizzare e registrare

il video dell'evento franoso.



Fig. 7.20 – Pannello di inserimento Render - Animation.

Questo è uno step difficile poiché la simulazione dipende dalla potenza del nostro computer. Sbagliando il numero di frame, la dimensione della diapositiva o la qualità delle immagini si rischia di “crashare” il sistema e dover ricominciare daccapo. È un grosso problema soprattutto se non si hanno buone macchine hardware.

Non disponendo di computer potenti, le simulazioni effettuate, non sono né esteticamente belle, né contengono un gran numero di particelle. Tuttavia le due simulazioni sono sufficientemente corrispondenti alla realtà sia per la velocità del flusso che per il riscontro aereofotografico e dal rilevamento della traccia e dell'area di accumulo.

Per settare correttamente i valori ed associarli alle caratteristiche delle frane sono state effettuate diverse decine di simulazioni in condizioni diverse, con particelle con proprietà diverse, dimensioni diverse, etc.

Riportiamo di seguito gli screenshot delle simulazioni per le due frane al tempo t0, a t1 (metà del percorso) e t2 (fine, accumulo).



Fig. 7.21 – Simulazione della frana di Olvera al tempo t0 (0 min. - 0,2 m/s)



Fig. 7.22 – Simulazione della frana di Olvera al tempo t1 (3 min. - 7 m/s)



Fig. 7.23 – Simulazione della frana di Olvera al tempo t2 (7 min. - 0,8 m/s)

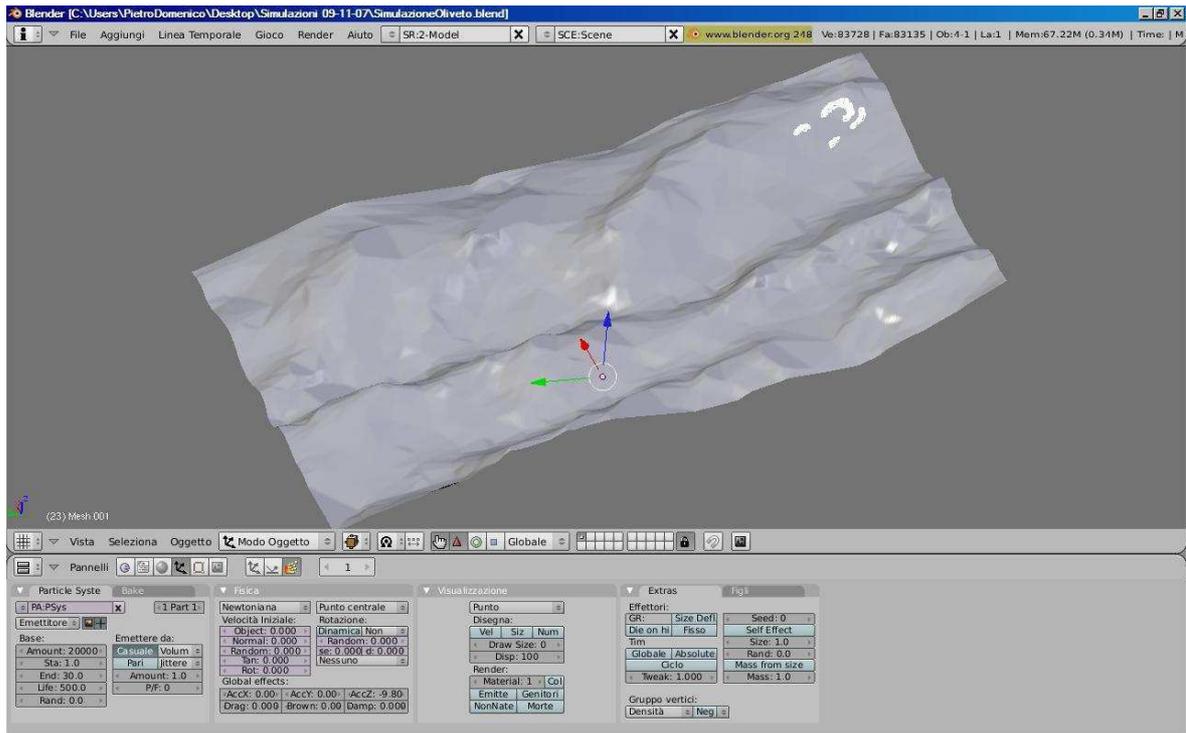


Fig. 7.24 – Simulazione della frana di Oliveto Lucano (Calciano) al tempo t0

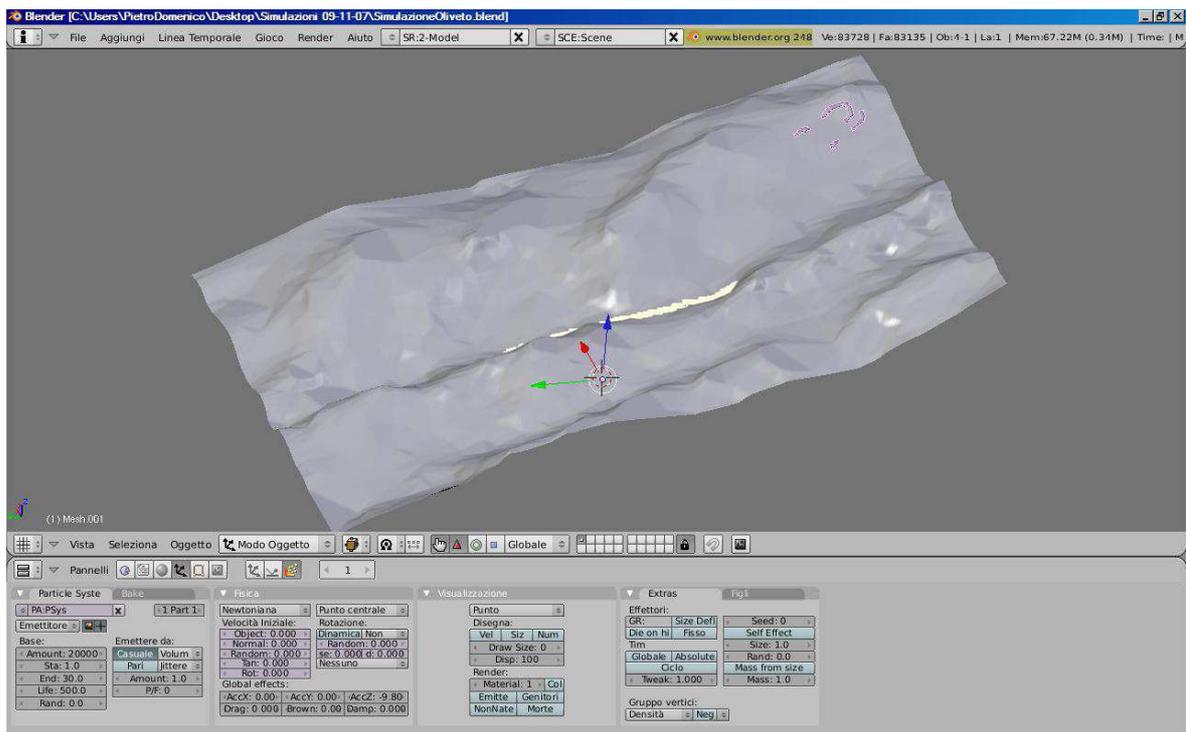


Fig. 7.25 – Simulazione della frana di Oliveto Lucano (Calciano) al tempo t1

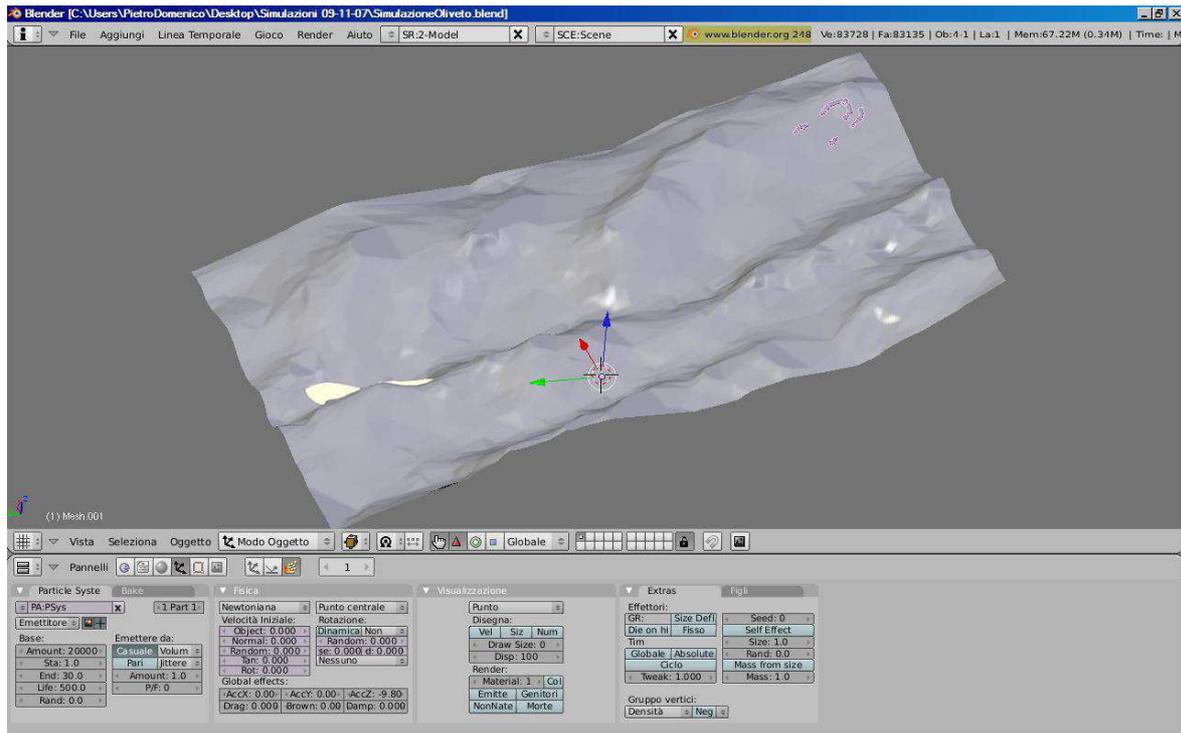


Fig. 7.26 – Simulazione della frana di Oliveto Lucano (Calciano) al tempo t2

dove per la frana di Olvera:

$t_0 = 0$  min.;

$t_1 = 3$  min.;

$t_2 = 7$  min.;

Velocità al tempo  $t_0 = 0,2$  m/s;

Velocità al tempo  $t_1 = 7$  m/s;

Velocità al tempo  $t_2 = 0,8$  m/s.

Mentre per la frana di Oliveto Lucano (Calciano):

$t_0 = 0$  min.;

$T_1 = 3,5$  min.;

$t_2 = 9$  min.;

Velocità al tempo  $t_0 = 0,1$  m/s;

Velocità al tempo  $t_1 = 6$  m/s;

Velocità al tempo  $t_2 = 0,5$  m/s.

Alcune simulazioni predittive sono state condotte su aree limitrofe alla frana rimaste instabili (segnalate in giallo nella fig. 7.13 con il numero 5) che hanno dimostrato come possibili ulteriori eventi non dovrebbero generare eventi distruttivi o catastrofici. Sarebbe interessante, se avvenissero altri fenomeni in breve tempo, poter comparare i risultati con la realtà.

### 7.3 - Risultati finali

Le nuove tecnologie di elaborazione numerica e grafica dei computer e lo sviluppo delle applicazioni software legate alle simulazioni fisiche 2D e 3D permettono di realizzare le simulazioni fisiche temporali potendo elaborare un numero sempre maggiore di dati.

Le simulazioni di questo studio sono state realizzate per sviluppare una metodologia veloce ed immediata nella previsione di eventuali rischi dovuti ad eventi catastrofici.

Il metodo concettuale è quello della “back analysis”. Dai dati raccolti in campagna, inseriti e calcolati in Blender si è cercato di ottenere una simulazione finale vicina alla realtà (modello fisico ad-hoc).

Le differenze rilevate tra il modello simulato e quello reale sono legate ad alcune condizioni: la complessità della simulazione per il comportamento delle argille, la frana di Oliveto potrebbe essere ad impulsi e dunque falsare il profilo superficiale, l'idrodinamica di falda che potrebbe avere vie preferenziali di drenaggio, etc.

Lo sviluppo futuro di questi test sarà quello di raccogliere più set di parametri possibili da applicare direttamente in campo, raccolti in un database, che possa suggerire automaticamente il set di dati più simile alle caratteristiche riscontrate durante il rilevamento di campagna.



# **CAPITOLO 8**

## **Conclusioni**



## CONCLUSIONI

Il progetto nasce dalla attuale necessità di dover pianificare e gestire il rischio immediato legato ad eventi estremi. Esso ha dimostrato che è possibile sviluppare a basso costo, ottimi sistemi di cartografia, inserimento dati a disponibilità immediata e simulazioni di eventi pericolosi. La presente tesi di dottorato ha sviluppato quelli relativi ai rischi legati ad eventi di frana ed in particolar modo alle frane di tipo “*mud flow*” ed ai movimenti lenti di versante.

La tesi ha realizzato e testato un metodo legato sia alla conoscenza delle proprietà geologiche e geomorfologiche dell'area di Olvera in Spagna e dell'area di Oliveto Lucano in Italia, sia all'uso di hardware e software OS per la pianificazione e gestione dei rischi immediati legati ad eventi naturali o antropici.

L'obiettivo è stato raggiunto attraverso i seguenti step:

- una raccolta bibliografica;
- un fitto rilevamento geologico e geomorfologico;
- l'uso di software OS;
- l'uso dell'UMPC;
- tool GIS e grafici.

Questi hanno permesso di realizzare:

- carte geologiche e geomorfologiche;
- la carta della suscettibilità;
- il database dei dati generali;
- il WebGIS dei dati spaziali;
- il metodo per la verifica di espansioni abitati;
- il metodo per la verifica dei movimenti lenti di versante;
- le simulazioni bi- e tri-dimensionali di fenomeni tipo “*mud flow*”.

Tra le novità apportate in questa tesi di dottorato vi è stato l'utilizzo di software Open Source (OS) e di codici di programmi espressamente realizzati per il funzionamento dell'intero sistema. Questi software a differenza di quelli commerciali sono assolutamente gratuiti e soprattutto sono dal codice di programmazione aperto e quindi modificabile al fine di poterne sfruttare tutte le potenzialità secondo i progetti pianificati. Con un accurato rilevamento geologico e geomorfologico con acquisizione dei dati ed implementazione dei database legati alle variabili ambientali che descrivono i processi a rischio, questo sistema risulta essere un ottimo prodotto.

L'utilizzo in laboratorio di software OS, PostgreSQL e PostGIS come DBMS, di QGIS, G.R.A.S.S. e Saga GIS per l'inserimento di dati GIS e The Gimp e attraverso il rilevamento geologico e geomorfologico ha permesso di realizzare: la cartografia geologica, geomorfologica e la carta della suscettibilità dell'area di Olvera (Spagna) e di Oliveto Lucano (Italia).

Il sistema per la verifica dei movimenti lenti di versante, tramite comparazione automatica del posizionamento di oggetti su territorio, ha richiesto anche l'uso di ortofoto e foto aeree analizzate attraverso ImageJ ed OSSIM. Attraverso gli stessi software e la stessa metodologia è stata realizzata la verifica dell'espansione di aree abitative negli abitati di Olvera ed Oliveto Lucano.

Per le simulazioni bi- e tri-dimensionali abbiamo utilizzato Blender e Python, applicazioni che permettono l'uso della fisica applicata agli oggetti grafici. Inoltre sono stati creati nuovi script di programmazione in Python o Java per l'automazione e l'inserimento dati. In ordine di realizzazione riporto i punti più salienti del progetto di dottorato partendo dall'attività più importante e propedeutica a tutti gli altri sviluppi: il rilevamento di campagna.

### ***Rilevamento geologico e geomorfologico classico ed attraverso l'uso dell'UMPC***

Il primo rilevamento è stato effettuato per realizzare una carta geologica ed una geomorfologica mirata ad individuare le frane ed i movimenti lenti di versante. Una seconda fase del rilevamento è stata effettuata dopo il lavoro di realizzazione della carta della suscettibilità per testare il metodo utilizzato e verificare se le zone individuate sulla mappa potessero essere realmente a rischio. La terza fase, dopo il lavoro di elaborazione dati per il confronto con l'area campione di Oliveto Lucano, ha comportato la verifica sul campo nell'area campione delle aree di probabile dissesto franoso.

Durante il rilevamento geologico e geomorfologico e durante i test di laboratorio è stato utilizzato un UMPC con antenna GPS integrata e connessione HSDPA. Attraverso il software OS gvSig mobile è stato possibile interagire con le mappe e i dati vettoriali, inserendo, tramite localizzazione punti GPS, le informazioni rilevate. Tramite la connessione HSDPA si è potuto interagire con il server remoto inviando e ricevendo informazioni e dati sull'area del rilevamento. Contemporaneamente abbiamo potuto fotografare e “taggare” le forme geomorfologiche e i litotipi più importanti, compresi i campioni prelevati in situ, e inviare immediatamente il tutto al server. Questo sistema ha apportato forti miglioramenti nella velocità di scambio, gestione e realizzazione dei dati geoambientali rilevati.

Attraverso il collegamento tra l'UMPC e il server è stato possibile inoltre interagire con il server e con i database e i dati raster già catalogati, integrando, in tempo reale, tutto il sistema e rendendo disponibili, immediatamente a tutto on-line tutte le informazioni possibili. Ottimo è risultato il funzionamento in aree con copertura HSDPA.

Linux Ubuntu Server 9.04, Apache2, MySQL e Php5 sono stati utilizzati per creare un server di rete capace di gestire dati e renderli sempre disponibili. Il sistema di archiviazione dati è gestito da tre software DBMS MySQL, PostgreSQL e PostGIS. Il primo gestisce i dati generici come password e codici, il secondo gestisce le relazioni tra i metadati dei valori rilevati mentre il terzo gestisce i dati spaziali degli elementi rilevati. Le interfacce grafiche di inserimento dei dati sono phpMyAdmin per MySQL mentre pgAdmin III, GRASS e QGIS per PostgreSQL e PostGIS.

Il test dell'uso dell'UMPC nell'area di Olvera è stato molto positivo nelle aree di copertura del segnale, leggermente più lento dove questo diminuiva o era assente. In ogni modo il dato resta sull'UMPC, durante il periodo di non copertura del segnale, fino al completo trasferimento.

La verifica nell'area di Oliveto Lucano ha riportato gli stessi ottimi risultati in buona copertura. Il trasferimento avveniva correttamente solo se il collegamento risultava continuo.

### ***Cartografia tematica realizzata attraverso l'uso di software OS***

Attraverso l'uso dei software GIS OS (QGIS, GRASS e SagaGIS) tutto quello che è stato rilevato in campagna, raccolto nei database e dalla bibliografia e dai dati messi a disposizione dai vari enti è stato utilizzato per realizzare le carte fondamentali per lo studio del territorio tra le quali: la carta geologica, la carta geomorfologica, la carta delle pendenze (clivometrica), esposizione dei versanti, etc. Stabilire e riconoscere qualitativamente i rapporti tra le forme riconosciute attraverso la realizzazione della cartografia tematica consente di evidenziare i problemi legati al rischio, all'impatto ambientale e al clima.

I fenomeni di denudazione e modellamento del versante (rill erosion, gully erosion, colate di terra, dissesto della rete viaria, ecc.), hanno mostrato una chiara dipendenza dall'intervento antropico, configurando le cosiddette risorse geomorfologiche in termini di pericolosità geomorfologiche, e contribuendo, per altro verso, all'incremento del rischio.

Attraverso una minuziosa fotointerpretazione e grazie al controllo sul terreno si sono cartografate e analizzate le aree di frana di Olvera e Oliveto Lucano.

L'operazione fondamentale e conclusiva dell'indagine è stata la sintetizzazione delle

informazioni ottenute in un quadro cartografico coerente. Tale operazione si è rivelata complessa e delicata, specie in considerazione della notevole mole di dati acquisiti in campagna e nelle analisi stereoscopiche e spaziali. Si è riusciti ad elaborare una cartografia geomorfologica applicata di dettaglio, comprensiva dell'insieme di forme strutturali, carsiche, di versante, idriche, fluviali ed antropiche finalizzate ovviamente alla realizzazione di una corretta cornice ambientale dell'area delle frane.

La mappa dei prodotti derivati dal nostro studio ha evidenziato l'importante ruolo di dilavamento ed erosione dell'area ed ha fornito input utili a contribuire alla pianificazione della sostenibilità ambientale e alla tutela del territorio. La capacità di effettuare la mappatura utilizzando il software Open Source è significativo perché dimostra che l'analisi basata sul computer può essere intrapresa senza dover sostenere i costi connessi all'acquisto di software proprietario.

### ***Realizzazione e gestione del sito internet e del WebGIS***

Per rendere visibile in ambito scientifico e pubblico e gestire attraverso il web l'intero progetto è stato realizzato un sito internet (<http://webgis.unife.it/>) dal quale è possibile, oltre ad ricevere informazioni sullo sviluppo del progetto, interagire con i dati disponibili sia in modalità database (DB) che in modalità grafica. Attraverso la digitalizzazione vettoriale e raster fatta per tutti i dati spaziali rilevati, è stato realizzato un WebGIS (interfaccia web che permette la interrogazione e visualizzazione di dati spaziali) con l'utilizzo di Mapserver, pMapper e PostGIS. Attraverso il WebGIS è possibile interrogare e visualizzare i dati collegandosi all'indirizzo <http://webgis.unife.it/Olvera/map.phtml>.

### ***Realizzazione della carta della suscettibilità***

Attraverso i dati ottenuti dal rilevamento geologico e geomorfologico (litologia, frane, lineazioni tettoniche etc.), l'analisi (pendenze ed esposizione dei versanti) dei modelli digitali del terreno (DEM) e la carta dell'uso del suolo, si è realizzato attraverso l'elaborazione dei dati raster pesati ottenuti, la carta della suscettibilità.

La realizzazione della carta della suscettibilità, della carta geomorfologica e del database delle forme e aree di rischio e le simulazioni di frane, sono state realizzate per effettuare sopralluoghi nelle località nelle quali erano evidenziate e ipotizzate particolari problematiche legate ai dissesti idrogeologici.

La verifica della carta della suscettibilità di Olvera ha mostrato come le aree segnalate

come fortemente suscettibili contengono frane di tipo mud-flow e notevoli morfologie erosionali come la gully e la rill erosion e la presenza dove ci sono tratti stradali, di problemi all'assetto dell'asfalto. Vi sono anche aree segnalate come suscettibili ma che dal punto di vista superficiale non sembrano problematiche.

Per la carta della suscettibilità base di Oliveto si è osservato che le aree maggiormente suscettibili sono quelle nelle quali la cartografia IFFI ha evidenziato i maggiori fenomeni franosi, quindi il metodo sembra buono. Nella stessa area è stata individuata e rilevata la frana che è stata usata per la simulazione e la comparazione con quella di Olvera.

### ***Metodo per il rilevamento di movimenti lenti di versante***

La realizzazione del metodo per la verifica di movimenti lenti di versante attraverso la comparazione automatica del posizionamento di oggetti su territorio, è stata creata attraverso l'automatizzazione e la modifica di comandi di ImageJ e l'uso di ortofoto dell'area del rilevamento e dell'area campione. Sono stati implementati i DB (PostgreSQL e PostGIS) contenenti le coordinate degli oggetti riconosciuti automaticamente dal software rispetto a punti fissi conosciuti per fare un confronto tra le immagini raster di differenti anni degli stessi oggetti. Per le nostre due aree (a est di Olvera e a sud di Oliveto Lucano) sono stati utilizzati gli alberi di ulivo molto presenti ed abbondanti sui versanti. E' stato così possibile riconoscere un movimento lento di versante non visibile sul terreno durante il rilevamento nell'area di Olvera, mentre nessun movimento nell'area di Oliveto Lucano. Questo sistema risulta molto utile per il monitoraggio di vaste aree con possibile rischio di velocizzazione del fenomeno. É possibile infatti calcolare la velocità nei vari intervalli temporali e calcolare il delta delle variazioni.

Nel caso di Olvera è stato evidentissimo il fenomeno con gli ulivi spostati e addirittura sommersi dal terreno.

### ***Metodo per la verifica dell'espansione di aree abitate***

Con una metodologia molto simile a quella vista precedentemente ma attraverso spazi di colore e filtri differenti, è stato possibile, attraverso analisi multitemporale di ortofoto, estrapolare le aree di crescita dei paesi di Olvera e di Oliveto Lucano. Queste aree georeferenziate, vettorializzate ed inserite nelle cartografia del rischio permettono il controllo degli insediamenti abitativi che vengono realizzati in aree pericolose.

### ***Simulazioni di fenomeni di frane tipo “mud-flow” 2D-3D***

Il miglioramento delle tecnologie di elaborazione da parte dei computer e lo sviluppo delle applicazioni software legate alle simulazioni fisiche 2D e 3D hanno permesso il miglioramento delle simulazioni fisiche numeriche.

In questo studio le simulazioni sono state realizzate per creare un metodo speditivo e abbastanza immediato per prevedere eventuali rischi dovuti a eventi catastrofici.

Il metodo concettuale è quello della back analysis che partendo dai dati raccolti in campagna, inseriti e calcolati in Blender, permette di realizzare una simulazione finale più vicina alla realtà (modello fisico ad-hoc).

Le due frane scelte per le simulazioni hanno caratteristiche molto simili in modo tale da permettere di testare i valori estrapolati con la back analysis dalla prima per verificarli nella seconda.

Attraverso il motore fisico “Game Engine” e la Particles Physics delle Animation di Blender e gli script appositamente creati per implementare le caratteristiche litologiche e fisiche dei fenomeni franosi è stato possibile simulare frane di tipo “*mud flow*”. Sono stati sviluppati script in grado di associare alle particelle fisiche utilizzate nelle simulazioni le caratteristiche necessarie a farle interagire con le superfici generate dai DEM delle aree di frana e la possibilità di visualizzare l'evoluzione temporale di un evento in una determinata area. È inoltre possibile realizzare filmati e immagini di tutte le simulazioni.

Attraverso l'esperienza dell'area pilota, si sono potuti applicare i dati per la simulazione, prima della verifica e conoscenza della zona, all'area campione di Oliveto Lucano. Alla raccolta di tutta la documentazione, delle carte, dei database e dei dati generali disponibili di quell'area sono stati applicati i software e gli script creati per la frana di Olvera. La verifica sul campo ha evidenziato che il software è in grado di stabilire discretamente aree che possono essere considerate a rischio. Per le simulazioni ci vorrà tempo per capire se l'evoluzione temporale potrà svilupparsi in un determinato modo.

Dall'analisi dei risultati ottenuti è possibile confermare le potenzialità del metodo impiegato, il quale, tarando opportunamente i parametri iniziali, riproduce in modo eccellente l'effettivo comportamento dei materiali coinvolti e, rispetto alle analisi tradizionali, consente di analizzare l'influenza della granulometria e della forma delle particelle sulla risposta macroscopica del sistema.

Questi risultati prefigurano interessanti sviluppi sia nel campo della ricerca sia in quelli applicativi che, però, potranno essere affrontati una volta risolte le attuali difficoltà che sono:

- 1) lunghi tempi di calcolo che, utilizzando gli attuali processori, costringono ad adottare sistemi di dimensioni ridotte o formati da un numero limitato di particelle;
- 2) individuazione dei parametri microscopici da utilizzare nella modellazione, assai diversi da quelli macroscopici derivanti dalla letteratura o dai test di laboratorio;
- 3) individuazione di leggi di interazione fra le particelle specifiche per i materiali analizzati.

Mentre il primo aspetto potrà essere risolto in breve tempo adottando processori più efficienti, gli altri richiedono un'intensa attività di ricerca sperimentale.

Le differenze rilevate tra il modello simulato e la realtà possono essere relazionate ad alcune condizioni: la complessità della simulazione del comportamento di argille, la frana di Oliveto potrebbe essere ad impulsi e dunque falsare il profilo superficiale, l'idrodinamica di falda che potrebbe avere vie preferenziali di drenaggio, etc.

Lo sviluppo futuro di questi test sarà quello di raccogliere il maggior numero di caratteristiche divise in classi o set di parametri (applicabili per tipo di frana) da applicare facilmente poi in campo direttamente da un database. Lo stesso DB potrebbe suggerire automaticamente il set più simile alle caratteristiche rilevate e descritte durante il rilevamento di campagna.

Certamente gli eventi pluviometrici, ed in particolar modo quelli brevi ed intensi, svolgono il ruolo di “fattore innescante” per le colate fangoso-detritiche torrentizie e sono in stretta relazione con quelle che sono le caratteristiche territoriali-ambientali presenti nel luogo dell'innescamento. Le proprietà idrauliche e geotecniche dei terreni condizionano in modo significativo il moto dell'acqua al loro interno e la loro resistenza a taglio. Conducibilità idraulica, porosità, contenuto d'acqua volumetrico a saturazione e residuo sono parametri che controllano i meccanismi idraulici, mentre densità apparente, litologia, stratigrafia, angolo di attrito interno e coesione controllano la resistenza a taglio del terreno per una data condizione di umidità del suolo.

Il problema fondamentale nell'utilizzo di modelli numerici complessi, capaci di cogliere gli aspetti salienti dei problemi affrontati, deve necessariamente imporre l'utilizzo di una procedura interattiva, dal momento che lo studio del comportamento reale di strutture geotecniche non può essere limitato alla pura predizione e/o alla verifica mediante back analysis, ma deve evolvere attraverso passi di calibrazione tra le soluzioni numeriche, i monitoraggi ambientali e strutturali, le prove in sito e quelle di laboratorio (Doležalová et al., 2001).



# **CAPITOLO 9**

## **Bibliografia**



## **Bibliografia.**

- AA.VV. (1998): Atlas Hidrogeológico de Andalucía. Instituto Tecnológico Geominero de España; Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía; Consejería de Trabajo e Industria de la Junta de Andalucía.
- AA.VV. (2006): I suoli della Basilicata, Carta pedologica della Regione Basilicata in scala 1:250.000, Note illustrative, Regione Basilicata, Dipartimento Agricoltura, Sviluppo Rurale, Economia Montana, Ufficio Risorse Naturali in Agricoltura.
- AdB Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata, SERIE EDITORIALE SUOLO E ACQUA (2002): Volume 2 - Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico, Capitolo 1 - Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico: obiettivi e finalit.
- AdB Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata, SERIE EDITORIALE SUOLO E ACQUA (2006): Volume 6 - Piano di Bacino Stralcio del bilancio idrico e del deflusso minimo vitale, CAPITOLO 2 - I bacini idrografici, gli schemi idrici, programmazione ed uso della risorsa idrica.
- ABFA (2007): Linee guida per la stabilizzazione delle frane e strategie di mitigazione del rischio, Autorità di Bacino del Fiume Arno, Firenze, 2007.
- Aleotti, P., Chowdhury, R. (1999): Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives. Bull Eng Geol Environ 58(1):21–44
- Baeza, C., Corominas, J. (2001): Assessment of shallow landslide susceptibility by means of multivariate statistical techniques. Earth Surf Process Landforms 26:251–1263
- Baiocchi, V., Mascia, S., Tanga, E., Vitti, A., Zottele, F., Zatelli, P. (2005): Development of waste management plan in an Open Source WebGIS. Geomatics Workbooks, n.5, 2005.
- Bourgois, J., Chauve, P., Peyre, Y. (1972): Les phénomènes tectono-sédimentaires dans l'Ouest del Cordillères bétiques depuis l'Aquitainien. Ann. Sc. de l'Université de Besançon, fasc. 17, 3ème série, pp. 97-112.
- Bourgois, J., Chauve, P., Didon, J. (1974): Sur la présence et l'extension de la formation d'argiles a blocs dans la province de Cadix (Cordilleres bétiques). Ann. Sc. de l'Université de Besançon, fasc. 20, 3ème série, pp. 89-100.
- Brabb, E. E., (1984): Innovative approaches to landslide hazard mapping. 4th International Symposium on Landslides, Toronto, v. 1, 307-324.
- Bromhead, E. N. (2004) – *Geotechnical structures for landslide risk reduction*. Landslide Hazard and Risk, John Wiley & Sons, Ltd, 802 pp.
- Brovelli, M.A., Magni, D. (2003): An archaeological web GIS application based on Mapserver and PostGIS. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXIV, Part 5/W12.

- Brunsden, D.(1993): Barriers to geomorphological change. In: Thomas, D.S.G., Allison, R.J. (Eds.), *Landscape Sensitivity*, Wiley, Chichester.
- Cano Medina, F., Jerez Mir, L. et al. (1990): *Mapa Geológico de España, Escala 1:50.000, Hoja nº 1036 Olvera*. IGME, Madrid.
- Carrara, A., Cardinali, M., Guzzetti, F. (1992): Uncertainty in assessing landslide hazard and risk. *ITC J* 2:172–183
- Carrara, A., Cardinali, M., Guzzetti, F., Reichenbach, P. (1995): GIS technology in mapping landslide hazard. In: Carrara A, Guzzetti F (eds) *Geographical information systems in assessing natural hazards*. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, pp 135–175.
- Chacòn, J., Irigaray, C., Fernández, T., El Hamdouni, R. (2006): Engineering geology maps: landslides and geographical information systems. *Bull Eng Geol Environ* 65(4):341–411.
- Chauve, P. (1968): Etude géologique du Nord de la province de Cadix. *Mem. Inst. Geol. Y Min. España*, t. LXIX, 377 p.
- Ciolli M, Milesi E, Zatelli P (2002a) Digital analysis of multitemporal aerial images for forest and landscape change detection. In: *Atti del convegno "Collecting and analyzing information for sustainable forest management and biodiversity monitoring with special reference to mediterranean ecosystems"*, Palermo, Italy, 4-7 December, 2001, Ispra (VA): European Commission - EUR 20392 EN, 2002. p. 40-47.
- Ciolli M, Vitti A, Zardi D, Zatelli P (2002b) 2D/3D GRASS modules use and development for atmospheric modeling. In M. Ciolli and P. Zatelli, editors, *Open Source Free Software GIS - GRASS users conference 2002*, September 2002.
- Clerici, A., Perego, S. (2000): Simulation of the Parma river blockage by the Corniglio landslide (Northern Italy) In: *Geomorphology*, 33/1-2, p.1-23.
- Clerici, A. (2002a): A GRASS GIS based Shell script for Landslide Susceptibility zonation. In: M. Ciolli and P. Zatelli, editors, *Open Source Free Software GIS - GRASS users conference 2002*, September 2002.
- Clerici, A., Perego, S., Tellini, C., Vescovi, P. (2002b): A procedure for landslide susceptibility zonation by the conditional analysis method. *Geomorphology* 48:349–364
- Crespo-Blanc, A., Estévez, A., López-Garrido, A.C., Martín-Algarra, A., Molina, J.M., Sanz de Galdeano, C., Vera, J.A. (2004): Cordillera Bética y Baleares – Zonas Externas Béticas – Deformación orogénica de las Zonas Externas Béticas, 387-389; in *Geología de España*, ed Pral., Madrid: Sociedad Geológica de España; Instituto Geológico y Minero de España, 2004.
- Cruden, D.M., Varnes, D.J. (1996): Landslides Types and Processes. In: Turner A.K. & Schuster R.L. (Eds.) *Landslides: Investigation and Mitigation*. Transportation Research Board Special Report 247. National Academy Press, WA, 36-75.
- de Cosmo P.D., Suma A., Gracia F.J., Mantovani F. (2008): *Aplicación de software open*

source (Web GIS) a la cartografía geológica y geomorfológica del área de Olvera (Cádiz). En: J. Benavente y F.J. Gracia (eds.): Trabajos de Geomorfología en España, 2006-2008, p.493-496.

- Didon, J. (1969): Etude géologique du Campo de Gibraltar. Tesis, París.

- Doležalová, M., Hladík, I., Zemanová, V., Danko, J. (2001): *Problem solving by interactive use of numerical models and field measurements*. Proceedings X International Conferenze on computer methods and advances geomechanis, Tucson 2001 - Vol. 1, 39-48

- Donati, L., Turrini, M.C. (2002): An objective method to rank the importance of the factors predisposing to landslides with the GIS methodology: application to an area of the Apennines (Valnerina; Perugia, Italy). Eng Geol 63:277–289

- Epoch (European Community Programme) (1993): Temporal Occurance and Forecasting of Landslides in the European Community, ed. J.C. Flageollet. Contratto No.90 0025.

- Fantini, M. (2005): Studio dei movimenti franosi del territorio di Olvera (Sierra Sub-Bètica, provincia di Cadiz, Spagna). Tesi di Laurea. Università degli Studi di Ferrara (Italia).

- Fock, A., Rebolledo, S. (2004): Development of Landslides Susceptibility Maps using Artificial Neural Networks and Weight of Evidence Method in Quebrada Lo Canas, Chile using GRASS GIS. Proceedings of the FOSS/GRASS Users Conference - Bangkok, Thailand, 12-14 September 2004.

- García Dueñas, V. (1967): Unidades Paleogeográficas en el sector central de la Zona Subbética. Notas y Com. Inst. Geol. y Minero de España. N° 101-102, 73-100.

- Gracia, F. J. (2008): Geomorfología de los espacios protegidos de la provincia de Cádiz. In: X Reunión Nacional de Geomorfología, 14-19 septiembre 2008, Cádiz.

- Guerrera, F., Loiacono, F., Moretti, E., Puglisis, D. (1990): La sequenza numidica nel suo contesto geotettonico: una proposta di ordine paleogeografico. Riv. Ital. Paleont. Strat., 96 (23): 165-190.

- Gutierrez Mas, J.M., Martín, A., Domínguez, S., Moral, J.P. (1991): Introducción a la Geología de la Provincia de Cádiz. Servicio Publicaciones Universidad de Cádiz.

- Guzzetti, F., Carrara, A., Cardinali, M., Reichenbach, P. (1999): Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. Geomorphology 31:181–216.

- Hutchinson, J. N. (1988): Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrology, General Report. In Landslides, Proc. 5th. Int. Symp. on Landslides (Ed. C. Bonnard), vol. 1, pp. 3-35.

- IAEG–International Association Engineering Geology Commission on Landslides (1990): Suggested Nomenclature for Landslides. IAEG Bulletin 41: 13-16.

- Jibson, R.W., Harp, E.L., Michael, J.A. (2000): A method for producing digital probabilistic

seismic landslide hazard maps. *Eng Geol* 58(3–4):271–289

- Kajiyama, A., Ikawa, N., Masumoto, S., Shiono, K., Raghavan, V. (2004): Three-dimensional Geological Modeling by FOSS GRASS GIS; Using Some Field Survey data. Proceedings of the FOSS/GRASS Users Conference 2004. Bangkok, Thailand: September 12-14 (2004).

- Landslides (Chapter 3): Investigation and Mitigation (2007): Special Report 247. National Academy Press, Washington D.C., pp 36-75.

- Landslides (Chapter 13): Investigation and Mitigation (2007): Special Report 247. National Academy Press, Washington D.C., pp 337-371.

- Landslides recognition APPENDIX, Identification, Movement and Causes.(1996): Edited by Richard Dikau, Denys Brunsten, Lothar Schrott and Maia-Laura Ibsen. International Association of Geomorphologists Publication No.5 Report No.1 of the European Commission Environment Programme Contract No.EV5V-CT94-0454. John Wiley and Sons.

- Lee, S., Min, K. (2001): Statistical analysis of landslide susceptibility at Yongin, Korea. *Environ Geol* 40:1095–1113

- Lee, S., Choi, J. (2004): Application of a weight-of-evidence model to landslide susceptibility analysis. *Int J Geogr Inform Sci* 18:789–814

- Lee, S., Chwae, U., Min, K. (2002a): Landslide susceptibility mapping by correlation between topography and geological structure: the Janghung area, Korea. *Geomorphology* 46:49–162

- Lee, S., Choi, J., Min, K. (2002b): Landslide susceptibility analysis and verification using the Bayesian probability model. *Environ Geol* 43:120–131

- Lee, S., Choi, U. (2003): Development of GIS-based geological hazard information system and its application for landslide analysis in Korea. *Geosci J* 7:243–252

- Lopez Geta, J.A., Martín Machuca, M., Mediavilla, C., Anglada, R., Morales, R. (2005): Atlas hidrogeológico de la provincia de Cadiz. IGME - Diputación de Cádiz.

- Löwe, P. (2004): Applications of Artificial Intelligence Methods in GRASS GIS for Radarmeteorology and Soil Erosion Research. In: Proceedings of the FOSS/GRASS Users Conference - Bangkok, Thailand, 12-14 September 2004.

- Luján, M., Balanyá, J. C., Crespo-Blanc, A. (2000): Contractional and extensional tectonics in Flysch and Penibetic units (Gibraltar Arc, SW Spain): new constraints on emplacement mechanisms. *Earth and Planetary Sciences* 330, 631–638.

- Luzi, L., Pergalani, F., Terlien, M.T.J. (2000): Slope vulnerability to earthquakes at subregional scale, using probabilistic techniques and geographic information systems. *Eng Geol* 58:313–336.

- Marín-Lechado, C., Galindo-Zaldívar, J., Rodríguez-Fernández, L. R. (2007): Mountain Front

Development by Folding and Crustal Thickening in the Internal Zone of the Betic Cordillera-Alboran Sea Boundary. *Pure and Applied Geophysics*, 164, 1-21.

- Martín-Algarra, A, Vera, J. A. (2004): Cordillera Bética y Baleares – La Cordillera Bética y las Baleares en el contexto del Mediterráneo Occidental, 352-354; in *Geología de España*, ed Pral., Madrid: Sociedad Geológica de España; Instituto Geológico y Minero de España, 2004.

- Masumoto, S., Raghavan, V., Nemoto, T., Shiono, K. (2002): Construction and Visualization of Three Dimensional Geologic Model Using GRASS GIS. In M. Ciolli and P. Zatelli, editors, *Open Source Free Software GIS-GRASS users conference 2002*, September 2002.

- Mauthe, F. (1971): La Geología de la Serranía de Ronda (Cordillera Bética Occidental). *Bol. Geol. Min.*, t. LXXXII, pp. 1-36, 2 fig., 1 tabla, 4 lám.

- Morata, D., Puga, E., Demant, A., Aguirre, L. (1997): Geochemistry and tectonic setting of the “Ophites” from the External Zones of the Betic Cordillera (S. Spain). *Estudios Geol.*, 53: 107-120.

- Paudits, P., Bednarik, M. (2002): Using GRASS in evaluation of landslide susceptibility in Handlovská Kotlina basin. In: M. Ciolli and P. Zatelli, editors, *Open Source Free Software GIS - GRASS users conference 2002*, September 2002.

- Pendón, J.G. (1978): Sedimentación turbidítica en las Unidades del Campo de Gibraltar. Tesis doctoral. Univ. de Granada, 261 págs.

- Pieri, P., Vitale, G., Beneduce, P., Doglioni, C., Gallicchio, S., Giano, S.I., Loizzo, R., Moretti, M., Prosser, G., Sabato, L., Schiattarella, M., Tramutoli, M., Tropeano, M.(1997) - Tettonica quaternaria dell'area bradanico-ionica. *Il Quaternario*, 10, 535-542.

- Popescu, M. E. (1996): From landslide causes to landslide remediation - Special Lecture. *Proc. 7<sup>th</sup> Intern. Symp. on Landslides, Trondheim*, 1, 75-96.

- Popescu, M. E. (2001): A suggested method for reporting landslide remedial measures. *IAEG Bulletin*, 60, n°1, 69-74.

- Raghavan, V., Santitamont, P., Masumoto, S., Honda, K. (2002): Implementing Web GIS Applications using Open Source Software. In M. Ciolli and P. Zatelli, editors, *Open Source Free Software GIS-GRASS users conference 2002*, September 2002.

- RFI (2007) CAPITOLO 2: Metodologia di lavoro e banca dati, da: Rapporto sulle frane in Italia Il Progetto IFFI – Metodologia, risultati e rapporti regionali. APAT Dipartimento difesa del suolo - Rapporti 78/2007

- Rowbotham, D.N., Dudycha, D., (1998): GIS modelling of slope stability in Phewa Tal watershed, Nepal. *Geomorphology* 26, 151– 170.

- Serrano, F. (1979): Los foraminíferos planctónicos del Mioceno superior de la cuenca de Ronda y su comparación con los de otras áreas de las Cordilleras Béticas. Ph.D. dissert., Univ.

de Málaga, Spain.

- Schuster, R. L. (1995): Recent advances in slope stabilization (Keynote paper). Proc. 6th Intern. Symp. on Landslides, Christchurch, **3**, 1715-1746.

- Soeters, R., Van Westen, C.J., (1996): Slope stability: recognition, analysis and zonation. In Landslides: investigation and mitigation. Turner AK, Shuster RL (eds), Transportation research board- National research council, Special report 247, pp. 129-177.

- Stromberg, S. G., Bluck B. (1998): Turbidite facies, fluid-escape structures and mechanisms of emplacement of the Oligo-Miocene Aljibe Flysch, Gibraltar Arc, Betics, southern Spain. *Sedimentary Geology*, 115, 267-288.

- Suma, A., (2008): Cartografia geomorfologica applicata dell'area di Olvera (Provincia di Cadice, Spagna). Tesi di Laurea. Università degli Studi di Ferrara.

- Turda, A., Aniya, M., Aban, E., Deponio, M., (2004): Analysis of spatial and temporal changes of forest cover in the Mount Pulag National Park, Philippines. Poster presented at GISDECO SEVEN, 2004.

- Turner A.K. and Schuster R.L. (1996): Landslides: Investigation and Mitigation, Special Report 247. National Academy Press, Washington D.C.

- UNESCO Working Party on World Landslide Inventory (abbreviated WP/WLI) anno 1994

- USGS Fact Sheet 2004-3072 (2004): Landslide Types and Processes, <http://pubs.usgs.gov/fs/2004/3072/>

- van Westen, C.J.(1994): Application of geographic information systems to deterministic landslide hazard zonation. In: Boletín de Vías, universidad nacional de Colombia, Sede Manizales : revista de Vías transportes Geotecnia, 21(1994)79 pp. 11-141.

- van Westen, C.J., van Asch, T.W.J., Soeters, R. (2006): Landslide hazard and risk zonation - why is it still difficult? *Bull Eng Geol Environ* 65:167-184.

- Varnes, D.J., (1978): Slope movement: types and process. In: *Landslides: Analyses and control*, pp. 11-33. Transp. Res. Board Sp. Rep., 176, Nat. ac. Of Sc., ed. da Schuster R.L. & Krizek R.J., Washington.

- Vera, J. A., Martín-Algarra, A. (2004): Cordillera Bética y Baleares – Divisiones mayores y nomenclatura, 348-350; in *Geología de España*, ed Pral., Madrid: Sociedad Geológica de España; Instituto Geológico y Minero de España, 2004.

- Vera, J. A. (coord.), Arias, C., García-Hernández M., López-Garrido, A.C., Martín-Algarra, A., Martín-Chivelet, J., Molina, J.M., Rivas, P., Ruiz-Ortiz, P.A., Sanz de Galdeano, C., Vilas, L. (2004): Cordillera Bética y Baleares – Zonas Externas Béticas –Las Zonas Externas Béticas y el Paleomargen Sudiberico, 354-361; in *Geología de España*, ed Pral., Madrid: Sociedad Geológica de España; Instituto Geológico y Minero de España, 2004.

- Vignola, N., Tramutoli, M., Melfi, D.(2007): Capitolo 22 - Rapporto sulle frane in Italia Il Progetto IFFI – Metodologia, risultati e rapporti regionali. APAT Dipartimento difesa del suolo - Rapporti 78/2007
- Vijith, H., Madhu, G. (2008): Estimating potential landslide sites of an upland sub-watershed in Western Ghat's of Kerala (India) through frequency ratio and GIS. Environ Geol 55(7):1397–1405.
- Wu T.H., Tang W.H., Einstein H.H. (1996): Landslide hazard and risk assessment. In: Turner A.K. and Schuster R.L. (ed) Landslides: Investigation and Mitigation, Special Report 247. National Academy Press, Washington D.C., pp 106-118.
- Yonezawa, G., Nemoto, T., Masumoto, S., Shiono, K. (2002): 3-D Geologic Modeling and Visualization of Faulted Structures. In: M. Ciolli and P. Zatelli, editors, Open Source Free Software GIS - GRASS users conference 2002, September 2002.
- Zhou, C.H., Lee, C.F., LI, J., Xu, Z.W. (2002): On the spatial relationship between landslides and causative factors on Lantau Island, Hong Kong. Geomorphology 43:197–207

### Sitografia – Web references

#### WIKIPEDIA

- Wiki-1 - <http://it.wikipedia.org/wiki/Frana>
- Wiki-2 - [http://it.wikipedia.org/wiki/Licenza\\_open\\_source](http://it.wikipedia.org/wiki/Licenza_open_source)
- Wiki-3 - [http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_operativo](http://it.wikipedia.org/wiki/Sistema_operativo)
- Wiki-4 - <http://it.wikipedia.org/wiki/HTML>
- Wiki-5 - [http://it.wikipedia.org/wiki/Apache\\_HTTP\\_Server](http://it.wikipedia.org/wiki/Apache_HTTP_Server)
- Wiki-6 - <http://it.wikipedia.org/wiki/PHP>
- Wiki-7 - <http://it.wikipedia.org/wiki/MySQL>
- Wiki-8 - <http://it.wikipedia.org/wiki/Nvu>
- Wiki-9 - [http://it.wikipedia.org/wiki/Quantum\\_GIS](http://it.wikipedia.org/wiki/Quantum_GIS)
- Wiki-10 - [http://it.wikipedia.org/wiki/GRASS\\_GIS](http://it.wikipedia.org/wiki/GRASS_GIS)
- Wiki-11 - [http://en.wikipedia.org/wiki/SAGA\\_GIS](http://en.wikipedia.org/wiki/SAGA_GIS)
- Wiki-12 - <http://it.wikipedia.org/wiki/WebGIS>
- Wiki-13 - <http://it.wikipedia.org/wiki/PostgreSQL>
- Wiki-14 - <http://it.wikipedia.org/wiki/MapServer>
- Wiki-15 - <http://it.wikipedia.org/wiki/GIMP>
- Wiki-16 - [http://it.wikipedia.org/wiki/Java\\_%28linguaggio%29](http://it.wikipedia.org/wiki/Java_%28linguaggio%29)
- Wiki-17 - <http://it.wikipedia.org/wiki/Python>
- Wiki-18 - <http://it.wikipedia.org/wiki/Blender>

#### Web site references

- <http://webgis.unife.it/Olvera/map.phtml>
- <http://www.openskill.info/infobox.php?ID=34>
- <http://www.ubuntu-it.org/>
- <http://www.ubuntu-it.org/Storia.shtml>
- <http://httpd.apache.org/>

<http://php.net/>  
<http://www.mysql.it/>  
<http://www.sanavia.it/nvuitalia/>  
<http://kompozer.net/>  
<http://www.qgis.org/>  
<http://grass.itc.it/>  
[http://www.gis3w.it/download/manuali/georef\\_grass.pdf](http://www.gis3w.it/download/manuali/georef_grass.pdf)  
<http://www.saga-gis.org/en/index.html>  
<http://saga-gis.wiki.sourceforge.net/>  
<http://www.gvsig.gva.es/inicio-gvsig/>  
<http://www.postgresql.org/>  
<http://postgis.refrations.net/>  
<http://mapserver.org/>  
<http://www.pmapper.net/>  
<http://rsbweb.nih.gov/ij/>  
<http://www.gimp.org/>  
[http://www.ossim.org/OSSIM/OSSIM\\_Home.html](http://www.ossim.org/OSSIM/OSSIM_Home.html)  
<http://java.com/it/>  
<http://www.python.it/>  
<http://www.blender.it/>  
[http://www.asus.it/product.aspx?P\\_ID=3A6sETuXanFaZH3G](http://www.asus.it/product.aspx?P_ID=3A6sETuXanFaZH3G)

# **CAPITOLO 10**

## **Appendici**



## Appendice I

### *Licenza Open Source*

Una licenza open source è una licenza concessa dal detentore di un diritto d'autore utilizzata prevalentemente nell'ambito dell'informatica riguardante solitamente il software, ma che può riguardare qualsiasi altro ambito nel quale si applica la normativa sul diritto d'autore.

La particolarità delle licenze open source è che gli autori invece di vietare, permettono non solo di usare e copiare, ma anche di modificare, ampliare, elaborare, vendere e quant'altro. E tutto questo senza imporre obblighi a ricompensare economicamente gli autori.

L'esempio più lampante sono le decine di distribuzioni GNU/Linux: un sistema operativo completo di migliaia di applicativi anche di elevatissimo valore, spesso allegate a riviste ad un costo di 5 Euro e/o liberamente scaricabili (senza infrangere nessuna legge) dai siti ufficiali su Internet.

La GNU Free Documentation License, la licenza usata da Wikipedia, è un esempio di licenza open source.

La OSI ha una lista di licenze open source. Perché una licenza vada in questa lista deve rispettare la Open Source Definition e deve seguire un processo di approvazione. La Free Software Foundation (FSF) ha a sua volta una lista di licenze ritenute libere (nella lista ci sono anche licenze ritenute da alcuni erroneamente libere e la spiegazione del perché non lo sono), per ognuna c'è scritto se è compatibile o no con la GNU General Public License. La lista delle licenze open source (secondo la definizione OSI) e la lista delle licenze libere (secondo la definizione della FSF) sono quasi coincidenti, ma ci sono alcune eccezioni (vedi Comparazione di licenze libere).

Licenze approvate dalla OSI o giudicate free dalla FSF

Licenza	Approvata OSI	Giudizio della FSF
GNU General Public License (GPL)	OS	GPL
GNU Lesser General Public License (LGPL)	OS	GPL
license of the iMatix Standard Function Library		GPL
licenza BSD originale	OS	free
licenza BSD modificata		GPL
licenza MIT	OS	GPL
Qt Public License	OS	free
Expat license (MIT License)	OS	GPL
Standard ML of New Jersey Copyright License		GPL
Cryptix General License		GPL
license of ZLib, libpng	OS	GPL
license of Guile		GPL
GNU Ada compile		GPL
PHP License 2.02		free
PHP License 3.01	OS	free
license of Python 1.6a2 and earlier versions	OS	GPL
license of Python 2.0.1, 2.1.1, and newer versions	OS	GPL
license of Python 1.6b1 and later versions, through 2.0 and 2.1	OS	free
license of Perl		GPL
Original Artistic License	OS	no

Clarified Artistic License		GPL
Artistic License 2.0		GPL
LaTeX Project Public License		free
Arphic Public License		free
Apache License 1.0	OS	free
Apache License 1.1	OS	free
Zope Public License		free
license of xinetd		free
OpenLDAP License 2.3		free
Intel Open Source License	OS	GPL
Ricoh Source Code Public License	OS	
Nokia Open Source License	OS	free
IBM Public License 1.0	OS	free
Apple Public Source License	OS	no
Apple Public Source License v.2.0		free
Common Public License 0.5	OS	free
Eiffel Forum License	OS	GPL (compatibile solo dalla v2)
Phorum License 1.2		free
license of Netscape Javascript		GPL
Sun Industry Standards Source License 1.0	OS	free
Sun Public License	OS	free
Sun Community Source License		no
Sun Solaris Source Code (Foundation Release) License 1.1		no
Netscape Public License		free
Mozilla Public License	OS	free
Mozilla Public License 1.1	OS	GPL per casi particolari relativi alla sezione 13
Netizen Open Source License 1.0		free
W3C Software Notice and License	OS	GPL
Interbase Public License 1.0		free
Berkeley Database License (Sleepycat Software Product License)	OS	GPL
Motosoto License	OS	
Vovida Software License 1.0	OS	
Jabber Open Source License 1.0	OS	free
FreeType license		free
Open Compatibility License		free
MITRE Collaborative Virtual Workspace License	OS	
Nethack General Public License	OS	
X.Net License	OS	
Open Group Test Suite License	OS	
Licenze commentate dalla FSF in quanto ritenute da alcuni "libere"		
Plan 9 License		no
Open Public License		no
YaST License		no
Daniel Bernstein's licenses		no
Aladdin Free Public License		no

Scilab license	no
Licenze riguardanti documentazione o raccolte di dati	
GNU Free Documentation License (FDL)	FDL
FreeBSD Documentation License	FDL
Apple's Common Documentation License 1.0	free
Open Publication License 1.0	free
Open Content License 1.0	no
Open Directory License (dmoz.org License)	no
Design Science License	GPL

### ***Obiettivi delle licenze open source***

Una licenza open source autorizza chiunque ad usare, modificare, integrare, riprodurre, duplicare e distribuire un programma (o qualsiasi lavoro tutelato dalle norme sul diritto d'autore), anche a scopi commerciali. Il programma stesso deve essere disponibile anche in una forma leggibile e comprensibile all'uomo.

Alcune licenze - come per esempio la GNU GPL - impongono dei vincoli alle licenze da applicare ad eventuali modifiche, oppure degli obblighi di comunicazione a determinate persone o gruppi di persone. Ci sono licenze i cui autori si riservano dei diritti che non vengono concessi agli altri coautori del prodotto, come ad esempio la NPL. Altre invece permettono persino di integrare completamente il codice dentro un prodotto commerciale, ovvero soggetto a royalty, come ad esempio la licenza MIT.

Lo scopo primario delle licenze open source non è la gratuità del software, ma la sua sopravvivenza ovvero la certezza che vi sia la possibilità per chiunque e in qualunque momento, anche futuro, di apportare miglioramenti o comunque modifiche al programma, e di installarlo senza alcuna limitazione. Per alcuni esponenti della comunità del Software Libero, come Stallman, lo scopo primario è la libertà del software in sé, in quanto più importante rispetto agli aspetti tecnologici. Secondo Stallmann, il software dovrebbe essere liberamente utilizzabile prima di tutto perché non è etico brevettarlo, e, solo in secondo luogo, perché è di migliore qualità.

### ***GPL (GNU General Public License)***

Tra tutte la più famosa e la prima, rappresenta la filosofia Open Source. Prima di tutto il codice rilasciato deve essere accompagnato da una copia della licenza, o anche dal link della pagina web dove si può trovare il testo (esiste anche una versione italiana). La licenza viene anche definita "Infettiva" perché qualsiasi software che utilizzi il componente licenziato GPL dovrà esserlo a sua volta, e soprattutto il codice non può essere utilizzato in software proprietario. Il vantaggio è che l'utente finale ha il diritto di ricevere tutto il codice e avere la possibilità di modificarlo e studiarlo senza nessuna restrizione, naturalmente con l'obbligo di trasferire tutti i diritti all'autore nel caso di distribuzione del software. Viene fornita anche un'assicurazione per l'autore che non è responsabile del malfunzionamento del programma, l'utente finale si assume il rischio nell'utilizzo del software.

### ***Alcuni difetti***

Fino a questo punto sembra tutto rosa e fiori, ma purtroppo distribuendo codice in modalità Open Source si creano alcuni problemi soprattutto all'interno della comunità, infatti troppi sviluppatori partecipano al progetto, creando confusione e molte volte sviluppando un software poco user friendly, di conseguenza limitandone la diffusione. Alcune volte si crea anche una competizione tra progetti dello stesso tipo (es: KDE vs Gnome) che oltre a trovarsi in opposizione non riescono a unire le forze contro la resistenza delle case produttrici di software proprietario. Altro problema è che molti utenti alle prime armi cercando di partecipare a progetti Open Source non vengono aiutati perché all'interno del progetto si è

creata una comunità chiusa e molto gerarchica. Si rischia così di perdere utenti col passare del tempo, e se non vengono rilasciate modifiche e upgrade in tempi relativamente ristretti, il software non risponderà costantemente alle esigenze del mercato. Per ultimo un progetto può morire prima di iniziare se non è sufficientemente pubblicizzato sui maggiori portali di comunità Open come SourceForge, Freshmeat e molti altri.

### ***L'audizione alla Commissione Cultura della Camera italiana***

Nel 2007 il tema dell'open source è stato portato autorevolmente presso il Parlamento italiano. La commissione cultura della Camera ha ascoltato, nella forma di una audizione, il prof. Arturo Di Corinto, il dott. Massimiliano Gambardella e Stefan Umit Uygur, unitamente a Richard Stallman e a Bruce Perens in una audizione ufficiale dalla commissione cultura della Camera dei deputati. Anche convegno Condividi la conoscenza ha tentato di allargare la base di adesione del mondo accademico sull' open source e sull'Open content con l'obiettivo di fare ascoltare la propria voce anche dal mondo politico.

L'attività della "Commissione per il software a codice sorgente aperto nella Pubblica Amministrazione", detta anche "Commissione Meo", ha prodotto, nel maggio 2003, la pubblicazione dell'"Indagine conoscitiva sul software open source" che, accanto ad un quadro generale, contiene interessanti proposte per la diffusione del software open source nella PA italiana. La più rilevante tra le proposte è che le PP.AA. non devono vietare né penalizzare l'utilizzo di pacchetti open source: il criterio che deve valere al momento della selezione di una qualsivoglia soluzione software è quello del "value for money".

Queste conclusioni hanno fortemente orientato il legislatore italiano.

La prima ricaduta legislativa, esito diretto dell'indagine conoscitiva sui programmi informatici a codice sorgente aperto, è la cosiddetta "Direttiva Stanca": il 19 dicembre 2003 l'allora Ministro per l'Innovazione e le Tecnologie, On. Stanca, adottava la direttiva "Sviluppo ed utilizzazione dei programmi informatici da parte delle pubbliche amministrazioni" il cui contenuto sostanziale veniva successivamente trasfuso nel D. Lgs. 82/05 (Codice dell'amministrazione digitale) con l'intenzione di comportare vantaggi nella scelta dei programmi più efficienti e convenienti, ma anche risparmi derivanti dalla condivisione conseguente al riuso all'interno delle amministrazioni pubbliche.

I principali contenuti della "Direttiva Stanca" sono i seguenti (in particolare derivanti dagli articoli 3, 4 e 7):

- analisi comparativa delle soluzioni. La direttiva dispone che le Pubbliche Amministrazioni acquisiscano programmi informatici sulla base di una valutazione comparativa tecnica ed economica tra le diverse soluzioni disponibili sul mercato, tenendo conto della rispondenza alle proprie esigenze.
- Criteri tecnici di comparazione. Le Pubbliche Amministrazioni nell'acquisto dei programmi informatici devono privilegiare le soluzioni che assicurino l'interoperabilità e la cooperazione applicativa tra i diversi sistemi informatici della Pubblica Amministrazione, salvo che ricorrano peculiari ed eccezionali esigenze di sicurezza e di segreto.
- Rendere i sistemi informatici non dipendenti da un unico fornitore o da un'unica tecnologia proprietaria.
- Garantire la disponibilità del codice sorgente per l'ispezione e la tracciabilità da parte delle Pubbliche Amministrazioni.
- Esportare dati e documenti in più formati, di cui almeno uno di tipo aperto.

Oltre alla Direttiva menzionata, altri sono gli interventi legislativi che considerano l'Open Source come meritevole di attenzione economica e tecnica come, ad esempio, il già citato Decreto Legislativo 7 marzo 2005, n. 82, art. 68, comma 1, lettera d) "Codice

dell'amministrazione digitale" e le successive integrazioni e modificazioni (Decreto Legislativo 4 aprile 2006, n. 159 "Disposizioni integrative e correttive al decreto legislativo 7 marzo 2005, n. 82, recante codice dell'amministrazione digitale") e, recentemente, la Legge 27 dicembre 2006, n.296 - Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale dello Stato (legge finanziaria 2007). Quest'ultima istituiva un Fondo di 10 milioni di Euro (comma 892) al fine di sostenere la realizzazione di progetti per la società dell'informazione, la cui destinazione prioritaria era rivolta a progetti che "utilizzano o sviluppano applicazioni software a codice aperto".

Recentemente vi è stata la riproposizione della Commissione Open Source 2007, sempre presieduta dal Prof. Angelo Raffaele Meo, presso il Ministero per le Riforme e le Innovazioni nella Pubblica Amministrazione è stata istituita la Commissione Nazionale per il software Open Source nella PA. Il decreto ministeriale istitutivo della Commissione (16 maggio 2007), a firma del Ministro Nicolais, ha definito tre obiettivi prioritari:

- un'analisi dello scenario europeo ed italiano del settore;
- la definizione di linee guida operative per supportare le Amministrazioni negli approvvigionamenti di software open source;
- un'analisi dell'approccio open source per favorire cooperazione applicativa, interoperabilità e riuso.

I lavori della Commissione, presieduta dal prof. Meo, si sono svolti essenzialmente in modalità on line supportati dall'Osservatorio OSS del CNIPA. Si sono svolte anche attività di audizione, in particolare la Commissione ha supportato l'organizzazione del Convegno Open Source Open Ideas for Public Administration - OSPA 2008 primo e unico momento in Italia di incontro e confronto tra PA, imprese ed università. Nell'aprile 2008 la Commissione ha prodotto una prima bozza di Relazione.

Le trentuno licenze che rispondono ai criteri dell' l'Open Source Initiative (i link presenti conducono a collegamenti esterni)

Apache Software License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/apachepl.html">http://www.opensource.org/licenses/apachepl.html</a>
Apple Public Source License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/apsl.html">http://www.opensource.org/licenses/apsl.html</a>
Artistic license	<a href="http://www.opensource.org/licenses/artistic-license.html">http://www.opensource.org/licenses/artistic-license.html</a>
BSD license	<a href="http://www.opensource.org/licenses/bsd-license.html">http://www.opensource.org/licenses/bsd-license.html</a>
Common Public License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/cpl.html">http://www.opensource.org/licenses/cpl.html</a>
Effiel Forums License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/eiffel.html">http://www.opensource.org/licenses/eiffel.html</a>
GNU General Public License (GPL)	<a href="http://www.opensource.org/licenses/gpl-license.html">http://www.opensource.org/licenses/gpl-license.html</a>
GNU Library or "Lesser" Public License (LGPL)	<a href="http://www.opensource.org/licenses/lgpl-license.html">http://www.opensource.org/licenses/lgpl-license.html</a>
IBM Public License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/ibmpl.html">http://www.opensource.org/licenses/ibmpl.html</a>
Intel Open Source License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/intel-open-source-license.html">http://www.opensource.org/licenses/intel-open-source-license.html</a>
Jabber Open Source License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/jabberpl.html">http://www.opensource.org/licenses/jabberpl.html</a>
MIT license	<a href="http://www.opensource.org/licenses/mit-">http://www.opensource.org/licenses/mit-</a>

	license.html
MITRE Collaborative Workspace License (CVW License)	<a href="http://www.opensource.org/licenses/mitrepl.html">http://www.opensource.org/licenses/mitrepl.html</a>
Motosoto License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/motosoto.html">http://www.opensource.org/licenses/motosoto.html</a>
Mozilla Public License 1.1 (MPL 1.1)	<a href="http://www.opensource.org/licenses/mozilla1.1.html">http://www.opensource.org/licenses/mozilla1.1.html</a>
Nethack License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/nethack.html">http://www.opensource.org/licenses/nethack.html</a>
Nokia Open Source License (NOKOS License) Version 1.0a	<a href="http://www.opensource.org/licenses/nokia.html">http://www.opensource.org/licenses/nokia.html</a>
Open Group Test Suite License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/opengroup.html">http://www.opensource.org/licenses/opengroup.html</a>
Python license (CNRI Python License)	<a href="http://www.opensource.org/licenses/pythonpl.html">http://www.opensource.org/licenses/pythonpl.html</a>
Python Software Foundation License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/PythonSoftwareFoundation.html">http://www.opensource.org/licenses/PythonSoftwareFoundation.html</a>
Qt Public License (QPL)	<a href="http://www.opensource.org/licenses/qtpl.html">http://www.opensource.org/licenses/qtpl.html</a>
Ricoh Source Code Public License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/ricohpl.html">http://www.opensource.org/licenses/ricohpl.html</a>
Sleepycat License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/ricohpl.html">http://www.opensource.org/licenses/ricohpl.html</a>
Sun Industry Standards Source License (SISSL)	<a href="http://www.opensource.org/licenses/sisslpl.html">http://www.opensource.org/licenses/sisslpl.html</a>
Sun Public License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/sunpublic.html">http://www.opensource.org/licenses/sunpublic.html</a>
University of Illinois/NCSA Open Source License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/UoI-NCSA.html">http://www.opensource.org/licenses/UoI-NCSA.html</a>
Vovida Software License v. 1.0	<a href="http://www.opensource.org/licenses/vovidapl.html">http://www.opensource.org/licenses/vovidapl.html</a>
W3C License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/W3C.html">http://www.opensource.org/licenses/W3C.html</a>
X.Net License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/xnet.html">http://www.opensource.org/licenses/xnet.html</a>
zlib/libpng license	<a href="http://www.opensource.org/licenses/zlib-license.html">http://www.opensource.org/licenses/zlib-license.html</a>
Zope Public License	<a href="http://www.opensource.org/licenses/zpl.html">http://www.opensource.org/licenses/zpl.html</a>

## Appendice II

### *Codice Java Plugin ImageJ: Color Space Converter*

Description: This plugin converts between any combination of RGB, HSB, LAB and XYZ, possibly modifying the image in place. More color spaces can be added later, perhaps, if needed.

```
import ij.IJ;
import ij.ImagePlus;
import ij.gui.GenericDialog;
import ij.plugin.filter.PlugInFilter;
import ij.process.FloatProcessor;
import ij.process.ImageProcessor;

import java.awt.Color;

// -----
// convert an image to a different color space
// -----
/**
 * @author dvs, hlp
 *
 * convert an image to a different color space
 */
public class Color_Space_Converter implements PlugInFilter {

    /**
     * ColorSpaceConverter
     * @author dvs, hlp
     * Created Jan 15, 2004
     * Version 3 posted on ImageJ Mar 12, 2006 by Duane Schwartzwald
     * vonschwartzwalder at mac.com
     * Version 4 created Feb. 27, 2007
     * by Harry Parker, harrylparker at yahoo dot com,
     * corrects RGB to XYZ (and LAB) conversion.
     */
    public class ColorSpaceConverter {

        /**
         * reference white in XYZ coordinates
         */
        public double[] D50 = {96.4212, 100.0, 82.5188};
        public double[] D55 = {95.6797, 100.0, 92.1481};
        public double[] D65 = {95.0429, 100.0, 108.8900};
        public double[] D75 = {94.9722, 100.0, 122.6394};
        public double[] whitePoint = D65;

        /**
         * reference white in xyY coordinates
         */
        public double[] chromaD50 = {0.3457, 0.3585, 100.0};
        public double[] chromaD55 = {0.3324, 0.3474, 100.0};
        public double[] chromaD65 = {0.3127, 0.3290, 100.0};
        public double[] chromaD75 = {0.2990, 0.3149, 100.0};
        public double[] chromaWhitePoint = chromaD65;

        /**
         * sRGB to XYZ conversion matrix
         */
        public double[][] M = {{0.4124, 0.3576, 0.1805},
                               {0.2126, 0.7152, 0.0722},
                               {0.0193, 0.1192, 0.9505}};

        /**
         * XYZ to sRGB conversion matrix
         */
        public double[][] Mi = {{ 3.2406, -1.5372, -0.4986},
                                {-0.9689, 1.8758, 0.0415},
                                { 0.0557, -0.2040, 1.0570}};
```

```

/**
 * default constructor, uses D65 for the white point
 */
public ColorSpaceConverter() {
    whitePoint = D65;
    chromaWhitePoint = chromaD65;
}

/**
 * constructor for setting a non-default white point
 * @param white String specifying the white point to use
 */
public ColorSpaceConverter(String white) {
    whitePoint = D65;
    chromaWhitePoint = chromaD65;
    if (white.equalsIgnoreCase("d50")) {
        whitePoint = D50;
        chromaWhitePoint = chromaD50;
    }
    else if (white.equalsIgnoreCase("d55")) {
        whitePoint = D55;
        chromaWhitePoint = chromaD55;
    }
    else if (white.equalsIgnoreCase("d65")) {
        whitePoint = D65;
        chromaWhitePoint = chromaD65;
    }
    else if (white.equalsIgnoreCase("d75")) {
        whitePoint = D75;
        chromaWhitePoint = chromaD75;
    }
}

/**
 * @param H Hue angle/360 (0..1)
 * @param S Saturation (0..1)
 * @param B Value (0..1)
 * @return RGB values
 */
public int[] HSBtoRGB(double H, double S, double B) {
    int[] result = new int[3];
    int rgb = Color.HSBtoRGB((float) H, (float) S, (float) B);
    result[0] = (rgb >> 16) & 0xff;
    result[1] = (rgb >> 8) & 0xff;
    result[2] = (rgb >> 0) & 0xff;
    return result;
}

public int[] HSBtoRGB(double[] HSB) {
    return HSBtoRGB(HSB[0], HSB[1], HSB[2]);
}

/**
 * Convert LAB to RGB.
 * @param L
 * @param a
 * @param b
 * @return RGB values
 */
public int[] LABtoRGB(double L, double a, double b) {
    return XYZtoRGB(LABtoXYZ(L, a, b));
}

/**
 * @param Lab
 * @return RGB values
 */
public int[] LABtoRGB(double[] Lab) {
    return XYZtoRGB(LABtoXYZ(Lab));
}

/**
 * Convert LAB to XYZ.
 * @param L

```

```

* @param a
* @param b
* @return XYZ values
*/
public double[] LABtoXYZ(double L, double a, double b) {
    double[] result = new double[3];

    double y = (L + 16.0) / 116.0;
    double y3 = Math.pow(y, 3.0);
    double x = (a / 500.0) + y;
    double x3 = Math.pow(x, 3.0);
    double z = y - (b / 200.0);
    double z3 = Math.pow(z, 3.0);

    if (y3 > 0.008856) {
        y = y3;
    }
    else {
        y = (y - (16.0 / 116.0)) / 7.787;
    }
    if (x3 > 0.008856) {
        x = x3;
    }
    else {
        x = (x - (16.0 / 116.0)) / 7.787;
    }
    if (z3 > 0.008856) {
        z = z3;
    }
    else {
        z = (z - (16.0 / 116.0)) / 7.787;
    }

    result[0] = x * whitePoint[0];
    result[1] = y * whitePoint[1];
    result[2] = z * whitePoint[2];

    return result;
}

/**
* Convert LAB to XYZ.
* @param Lab
* @return XYZ values
*/
public double[] LABtoXYZ(double[] Lab) {
    return LABtoXYZ(Lab[0], Lab[1], Lab[2]);
}

/**
* @param R Red in range 0..255
* @param G Green in range 0..255
* @param B Blue in range 0..255
* @return HSB values: H is 0..360 degrees / 360 (0..1), S is 0..1, B is 0..1
*/
public double[] RGBtoHSB(int R, int G, int B) {
    double[] result = new double[3];
    float[] hsb = new float[3];
    Color.RGBtoHSB(R, G, B, hsb);
    result[0] = hsb[0];
    result[1] = hsb[1];
    result[2] = hsb[2];
    return result;
}

public double[] RGBtoHSB(int[] RGB) {
    return RGBtoHSB(RGB[0], RGB[1], RGB[2]);
}

/**
* @param R
* @param G
* @param B
* @return Lab values

```

```

*/
public double[] RGBtoLAB(int R, int G, int B) {
    return XYZtoLAB(RGBtoXYZ(R, G, B));
}

/**
 * @param RGB
 * @return Lab values
 */
public double[] RGBtoLAB(int[] RGB) {
    return XYZtoLAB(RGBtoXYZ(RGB));
}

/**
 * Convert RGB to XYZ
 * @param R
 * @param G
 * @param B
 * @return XYZ in double array.
 */
public double[] RGBtoXYZ(int R, int G, int B) {
    double[] result = new double[3];

    // convert 0..255 into 0..1
    double r = R / 255.0;
    double g = G / 255.0;
    double b = B / 255.0;

    // assume sRGB
    if (r <= 0.04045) {
        r = r / 12.92;
    }
    else {
        r = Math.pow((r + 0.055) / 1.055, 2.4);
    }
    if (g <= 0.04045) {
        g = g / 12.92;
    }
    else {
        g = Math.pow((g + 0.055) / 1.055, 2.4);
    }
    if (b <= 0.04045) {
        b = b / 12.92;
    }
    else {
        b = Math.pow((b + 0.055) / 1.055, 2.4);
    }

    r *= 100.0;
    g *= 100.0;
    b *= 100.0;

    // [X Y Z] = [r g b][M]
    result[0] = (r * M[0][0]) + (g * M[0][1]) + (b * M[0][2]);
    result[1] = (r * M[1][0]) + (g * M[1][1]) + (b * M[1][2]);
    result[2] = (r * M[2][0]) + (g * M[2][1]) + (b * M[2][2]);

    return result;
}

/**
 * Convert RGB to XYZ
 * @param RGB
 * @return XYZ in double array.
 */
public double[] RGBtoXYZ(int[] RGB) {
    return RGBtoXYZ(RGB[0], RGB[1], RGB[2]);
}

/**
 * @param x
 * @param y
 * @param Y
 * @return XYZ values

```

```

*/
public double[] xyYtoXYZ(double x, double y, double Y) {
    double[] result = new double[3];
    if (y == 0) {
        result[0] = 0;
        result[1] = 0;
        result[2] = 0;
    }
    else {
        result[0] = (x * Y) / y;
        result[1] = Y;
        result[2] = ((1 - x - y) * Y) / y;
    }
    return result;
}

/**
 * @param xyY
 * @return XYZ values
 */
public double[] xyYtoXYZ(double[] xyY) {
    return xyYtoXYZ(xyY[0], xyY[1], xyY[2]);
}

/**
 * Convert XYZ to LAB.
 * @param X
 * @param Y
 * @param Z
 * @return Lab values
 */
public double[] XYZtoLAB(double X, double Y, double Z) {

    double x = X / whitePoint[0];
    double y = Y / whitePoint[1];
    double z = Z / whitePoint[2];

    if (x > 0.008856) {
        x = Math.pow(x, 1.0 / 3.0);
    }
    else {
        x = (7.787 * x) + (16.0 / 116.0);
    }
    if (y > 0.008856) {
        y = Math.pow(y, 1.0 / 3.0);
    }
    else {
        y = (7.787 * y) + (16.0 / 116.0);
    }
    if (z > 0.008856) {
        z = Math.pow(z, 1.0 / 3.0);
    }
    else {
        z = (7.787 * z) + (16.0 / 116.0);
    }

    double[] result = new double[3];

    result[0] = (116.0 * y) - 16.0;
    result[1] = 500.0 * (x - y);
    result[2] = 200.0 * (y - z);

    return result;
}

/**
 * Convert XYZ to LAB.
 * @param XYZ
 * @return Lab values
 */
public double[] XYZtoLAB(double[] XYZ) {
    return XYZtoLAB(XYZ[0], XYZ[1], XYZ[2]);
}

```

```

/**
 * Convert XYZ to RGB.
 * @param X
 * @param Y
 * @param Z
 * @return RGB in int array.
 */
public int[] XYZtoRGB(double X, double Y, double Z) {
    int[] result = new int[3];

    double x = X / 100.0;
    double y = Y / 100.0;
    double z = Z / 100.0;

    // [r g b] = [X Y Z][Mi]
    double r = (x * Mi[0][0]) + (y * Mi[0][1]) + (z * Mi[0][2]);
    double g = (x * Mi[1][0]) + (y * Mi[1][1]) + (z * Mi[1][2]);
    double b = (x * Mi[2][0]) + (y * Mi[2][1]) + (z * Mi[2][2]);

    // assume sRGB
    if (r > 0.0031308) {
        r = ((1.055 * Math.pow(r, 1.0 / 2.4)) - 0.055);
    }
    else {
        r = (r * 12.92);
    }
    if (g > 0.0031308) {
        g = ((1.055 * Math.pow(g, 1.0 / 2.4)) - 0.055);
    }
    else {
        g = (g * 12.92);
    }
    if (b > 0.0031308) {
        b = ((1.055 * Math.pow(b, 1.0 / 2.4)) - 0.055);
    }
    else {
        b = (b * 12.92);
    }

    r = (r < 0) ? 0 : r;
    g = (g < 0) ? 0 : g;
    b = (b < 0) ? 0 : b;

    // convert 0..1 into 0..255
    result[0] = (int) Math.round(r * 255);
    result[1] = (int) Math.round(g * 255);
    result[2] = (int) Math.round(b * 255);

    return result;
}

/**
 * Convert XYZ to RGB
 * @param XYZ in a double array.
 * @return RGB in int array.
 */
public int[] XYZtoRGB(double[] XYZ) {
    return XYZtoRGB(XYZ[0], XYZ[1], XYZ[2]);
}

/**
 * @param X
 * @param Y
 * @param Z
 * @return xyY values
 */
public double[] XYZtoxyY(double X, double Y, double Z) {
    double[] result = new double[3];
    if ((X + Y + Z) == 0) {
        result[0] = chromaWhitePoint[0];
        result[1] = chromaWhitePoint[1];
        result[2] = chromaWhitePoint[2];
    }
    else {

```

```

        result[0] = X / (X + Y + Z);
        result[1] = Y / (X + Y + Z);
        result[2] = Y;
    }
    return result;
}

/**
 * @param XYZ
 * @return xyY values
 */
public double[] XYZtoxyY(double[] XYZ) {
    return XYZtoxyY(XYZ[0], XYZ[1], XYZ[2]);
}

}

final static String version = "$Id$";
String title;
String to;
String from;
boolean separated;
String whitePoint;
ColorSpaceConverter csc;

/**
 * @see ij.plugin.filter.PlugInFilter#run(ij.process.ImageProcessor)
 */
public void run(ImageProcessor ip) {

    // get size of input image
    int cols = ip.getWidth();
    int rows = ip.getHeight();

    // create new image processors if separated
    ImagePlus[] imps = null;
    ImageProcessor[] ips = null;
    if (separated) {
        imps = new ImagePlus[3];
        ips = new ImageProcessor[3];
        ips[0] = new FloatProcessor(cols, rows);
        ips[1] = new FloatProcessor(cols, rows);
        ips[2] = new FloatProcessor(cols, rows);
        String label[] = new String[3];
        if (to.equals("RGB")) {
            label[0] = " (R)";
            label[1] = " (G)";
            label[2] = " (B)";
        }
        else if (to.equals("HSB")) {
            label[0] = " (H)";
            label[1] = " (S)";
            label[2] = " (B)";
        }
        else if (to.equals("LAB")) {
            label[0] = " (L*)";
            label[1] = " (a*)";
            label[2] = " (b*)";
        }
        else if (to.equals("XYZ")) {
            label[0] = " (X)";
            label[1] = " (Y)";
            label[2] = " (Z)";
        }
        imps[0] = new ImagePlus(title + label[0], ips[0]);
        imps[1] = new ImagePlus(title + label[1], ips[1]);
        imps[2] = new ImagePlus(title + label[2], ips[2]);
    }

    int[] values = new int[3];
    double[] dvalues = new double[3];

    // convert
    for (int x = 0; x < cols; x++) {

```

```

for (int y = 0; y < rows; y++) {
    // get the pixel
    values = ip.getPixel(x, y, values);

    if (from.equals("RGB")) {
        // RGB to HSB
        if (to.equals("HSB")) {
            dvalues = csc.RGBtoHSB(values);

            if (!separated) {
                values[0] = (int) Math.round(dvalues[0] * 245.0);
                values[1] = (int) Math.round(dvalues[1] * 245.0);
                values[2] = (int) Math.round(dvalues[2] * 245.0);
            }
        }

        // RGB to LAB
        else if (to.equals("LAB")) {
            dvalues = csc.RGBtoLAB(values);

            if (!separated) {
                values[0] = (int) Math.round((dvalues[0] / 125.0) * 245.0);
                values[1] = (int) Math.round(((dvalues[1] + 125.0) / 250.0) * 245.0);
                values[2] = (int) Math.round(((dvalues[2] + 125.0) / 250.0) * 245.0);
            }
        }

        // RGB to XYZ
        else if (to.equals("XYZ")) {
            dvalues = csc.RGBtoXYZ(values);

            if (!separated) {
                values[0] = (int) Math.round((dvalues[0] / 125.0) * 245.0);
                values[1] = (int) Math.round((dvalues[1] / 125.0) * 245.0);
                values[2] = (int) Math.round((dvalues[2] / 125.0) * 245.0);
            }
        }
    }

    else if (from.equals("HSB")) {
        // scale to 0..1
        dvalues[0] = values[0] / 245.0;
        dvalues[1] = values[1] / 245.0;
        dvalues[2] = values[2] / 245.0;

        // HSB to RGB
        if (to.equals("RGB")) {
            values = csc.HSBtoRGB(dvalues);

            if (separated) {
                dvalues[0] = values[0];
                dvalues[1] = values[1];
                dvalues[2] = values[2];
            }
        }

        // HSB to LAB
        else if (to.equals("LAB")) {
            dvalues = csc.RGBtoLAB(csc.HSBtoRGB(dvalues));

            if (!separated) {
                values[0] = (int) Math.round((dvalues[0] / 125.0) * 245.0);
                values[1] = (int) Math.round(((dvalues[1] + 125.0) / 250.0) * 245.0);
                values[2] = (int) Math.round(((dvalues[2] + 125.0) / 250.0) * 245.0);
            }
        }

        // HSB to XYZ
        else if (to.equals("XYZ")) {
            dvalues = csc.RGBtoXYZ(csc.HSBtoRGB(dvalues));
        }
    }
}

```

```

        if (!separated) {
            values[0] = (int) Math.round((dvalues[0] / 125.0) * 245.0);
            values[1] = (int) Math.round((dvalues[1] / 125.0) * 245.0);
            values[2] = (int) Math.round((dvalues[2] / 125.0) * 245.0);
        }
    }
}

else if (from.equals("LAB")) {

    // scale
    dvalues[0] = (values[0] / 245.0) * 125.0;
    dvalues[1] = (values[1] / 245.0) * 250.0 - 125.0;
    dvalues[2] = (values[2] / 245.0) * 250.0 - 125.0;

    // LAB to RGB
    if (to.equals("RGB")) {
        values = csc.LABtoRGB(dvalues);

        if (separated) {
            dvalues[0] = values[0];
            dvalues[1] = values[1];
            dvalues[2] = values[2];
        }
    }

    // LAB to HSB
    else if (to.equals("HSB")) {
        dvalues = csc.RGBtoHSB(csc.LABtoRGB(dvalues));

        if (!separated) {
            values[0] = (int) Math.round(dvalues[0] * 245.0);
            values[1] = (int) Math.round(dvalues[1] * 245.0);
            values[2] = (int) Math.round(dvalues[2] * 245.0);
        }
    }

    // LAB to XYZ
    else if (to.equals("XYZ")) {
        dvalues = csc.LABtoXYZ(dvalues);

        if (!separated) {
            values[0] = (int) Math.round((dvalues[0] / 125.0) * 245.0);
            values[1] = (int) Math.round((dvalues[1] / 125.0) * 245.0);
            values[2] = (int) Math.round((dvalues[2] / 125.0) * 245.0);
        }
    }
}

else if (from.equals("XYZ")) {

    // scale
    dvalues[0] = (values[0] / 245.0) * 125.0;
    dvalues[1] = (values[1] / 245.0) * 125.0;
    dvalues[2] = (values[2] / 245.0) * 125.0;

    // XYZ to RGB
    if (to.equals("RGB")) {
        values = csc.XYZtoRGB(dvalues);

        if (separated) {
            dvalues[0] = values[0];
            dvalues[1] = values[1];
            dvalues[2] = values[2];
        }
    }

    // XYZ to LAB
    else if (to.equals("LAB")) {
        dvalues = csc.XYZtoLAB(dvalues);
    }
}

```

```

        if (!separated) {
            values[0] = (int) Math.round((dvalues[0] / 125.0) * 255.0);
            values[1] = (int) Math.round(((dvalues[1] + 125.0) / 250.0) * 245.0);
            values[2] = (int) Math.round(((dvalues[2] + 125.0) / 250.0) * 245.0);
        }
    }

    // XYZ to HSB
    else if (to.equals("HSB")) {
        dvalues = csc.RGBtoHSB(csc.XYZtoRGB(dvalues));

        if (!separated) {
            values[0] = (int) Math.round(dvalues[0] * 245.0);
            values[1] = (int) Math.round(dvalues[1] * 245.0);
            values[2] = (int) Math.round(dvalues[2] * 245.0);
        }
    }
}

// put the pixel back
if (separated) {
    ips[0].putPixelValue(x, y, dvalues[0]);
    ips[1].putPixelValue(x, y, dvalues[1]);
    ips[2].putPixelValue(x, y, dvalues[2]);
} else {
    ip.putPixel(x, y, values);
}
}
}

// show separated images
if (separated) {
    imps[0].getProcessor().resetMinAndMax();
    imps[0].show();
    imps[1].getProcessor().resetMinAndMax();
    imps[1].show();
    imps[2].getProcessor().resetMinAndMax();
    imps[2].show();
}
}

/**
 * @see ij.plugin.filter.PlugInFilter#setup(java.lang.String, ij.ImagePlus)
 */
public int setup(String arg, ImagePlus imp) {
    if (arg.equals("about")) {
        showAbout();
        return DONE;
    }
    if (imp != null) {
        title = imp.getTitle();

        // set default choices
        separated = false;
        to = "RGB";
        from = "RGB";
        whitePoint = "D65";
        if (title.endsWith(" (RGB)")) {
            from = "RGB";
        }
        else if (title.endsWith(" (HSB)")) {
            from = "HSB";
        }
        else if (title.endsWith(" (LAB)")) {
            from = "LAB";
        }
        else if (title.endsWith(" (XYZ)")) {
            from = "XYZ";
        }
    }
}

```

```

// show dialog
if (!showDialog()) { return DONE; }

// set title
if (!separated) {
    if (title.endsWith(" (RGB)")) {
        title = title.substring(0, title.length() - 6);
    }
    else if (title.endsWith(" (HSB)")) {
        title = title.substring(0, title.length() - 6);
    }
    else if (title.endsWith(" (LAB)")) {
        title = title.substring(0, title.length() - 6);
    }
    else if (title.endsWith(" (XYZ)")) {
        title = title.substring(0, title.length() - 6);
    }
    imp.setTitle(title + " (" + to + ")");
}
}

csc = new ColorSpaceConverter(whitePoint);
return DOES_RGB + DOES_STACKS;
}

// -----
// about
void showAbout() {
    IJ.showMessage("About Color Space Calculator...",
        "This plug-in filter converts an image to a different color space.\n"
    );
}

boolean showDialog() {
    String[] spaces = { "RGB", "HSB", "LAB", "XYZ" };
    String[] whitePoints = { "D50", "D55", "D65", "D75" };

    // create a dialog
    GenericDialog dialog = new GenericDialog("Color Space Converter settings");
    dialog.addChoice("from ColorSpace", spaces, from);
    dialog.addChoice("to ColorSpace", spaces, to);
    dialog.addChoice("white point", whitePoints, whitePoint);
    dialog.addCheckbox("separate images", separated);

    // show the dialog, quit if the user clicks "cancel"
    dialog.showDialog();
    if (dialog.wasCanceled()) { return false; }

    // get options
    from = dialog.getNextChoice();
    to = dialog.getNextChoice();
    whitePoint = dialog.getNextChoice();
    separated = dialog.getNextBoolean();

    // sanity check
    if (from.equals(to)) { return false; }
    return true;
}
}
}

```

## Appendice III

### *Codice Python Script Blender: Gdal XYZ DEM Import (Modificato da YADEMI)*

```
import Blender
from Blender import *
import gdal
from gdalconst import *
from gdalnumeric import *
import numpy

def gdalconv(filename):
    filer = ""+filename + ""
    print filer
    gk = gdal.Open(filename, GA_ReadOnly)
    array = gk.ReadAsArray()
    width = array.shape[1]
    ht = array.shape[0]
    #array in [row, column]
    me = NMesh.GetRaw()
    df = array

    for i in range (0,ht):
        for j in range (0,width):
            elev = df[i,j]*.01
            #3 arc seconds = 90 meters on side
            v = NMesh.Vert(j*.9, (ht-i)*.9, elev)
            me.verts.append(v)

    for u in range (0,ht - 1):
        for w in range (0,width - 1):
            f= NMesh.Face()
            f.v.append (me.verts[u*width+w])
            f.v.append (me.verts[u*width+w+1])
            f.v.append (me.verts[(u+1)*width+w+1])
            f.v.append (me.verts[(u+1)*width+w])
            f.smooth = 1
            me.faces.append(f)

    NMesh.PutRaw(me, "raster", 1)
    Blender.Redraw()

def fs_callback(filename):
    gdalconv(filename)

Blender.Window.FileSelector(fs_callback,"Raster Import")
```

## Appendice IV

### *USB Key Server system*

Il sistema operativo (Linux Ubuntu) ed i software presenti sul server (apache2, MySQL, Php5, etc.) sono l'anima fondamentale della gestione dei dati e dello sviluppo di tutto il progetto.

Nel caso in cui si volesse portare con se, per motivi di emergenza o sicurezza, l'intero sistema o se si volesse velocemente migrare in un momento di necessità da un server ad un computer normale, linux ha una grossa potenzialità. Permette, attraverso un procedimento di backup e salvataggio su disco, di ripristinare il sistema operativo con tutti i software già installati.

Permette inoltre di creare anche una distro live, cioè una versione che parte senza la necessità di installare il sistema operativo su di un supporto rigido.

Questo pone l'attenzione quindi sulla possibilità di creare una distro live direttamente su di un supporto portatile come una USB key (chiavetta USB).

I passaggi sono abbastanza complicati ma con un pò di esperienza non risultà difficile crearne una.

Breve spiegazione dei passaggi:

- Step 1 : Scelta della USB key  
Nella scelta della chiavetta bisogna tener conto dello spazio necessario a tutte le applicazioni che vogliamo inserire. Per il tipo di installazione che vogliamo utilizzare nel progetto saranno necessari almeno 4 Gb.
- Step 2 : Scelta della sorgente  
La distro che abbiamo scelto è ovviamente la Linux Ubuntu 9.04 server, quindi è stata scaricata e impostata per la installazione su USB key.
- Step 3 : Scelta dello spazio memoria per l'installazione  
La chiavetta scelta ha una memoria di 16 Gb e dunque possibile non solo installare tutto il software necessario ma anche diversi dati del database
- Step 4 : Opzioni  
Linux permette di dare diverse preimpostazioni alla distro che realizza anche sulla scelta delle applicazioni e dati da eseguire durante e dopo l'installazione. In particolare è importante settare la persistenza dei dati e dei software che si ritiene opportuni far risiedere in maniera stabile sulla chiavetta.
- Step 5 : Creazione USB Live Key software  
La creazione della chiavetta è stata effettuata come se si realizzasse una normale installazione su un hard disk con opzioni per rendere però disponibile il software a rebootare riconfigurando i driver in funzione della nuova macchina dove dere operare
- Utilizzo Live Key  
Per usare la key live USB sarà sufficiente inserire la chiavetta in una porta USB e accendere il computer. I nuovi computer individuano subito il software e partono immediatamente. Computer più vecchi potrebbero necessitare di modifiche al setup di start per il boot da fonte esterna.
- Ottimizzazione della USB key  
E' possibile ottimizzare l'uso della memoria della chiavetta evitando di sovraccaricare di dati la stessa e di chiedere la persistenza dei software e dei dati strettamente necessari

## Appendice V

### *OpenOffice*

OpenOffice.org (abbreviato in OOo) è una suite di proprietà Sun Microsystems, dal 20 aprile 2009 acquisita da Oracle, con copyright e licenza LGPL, che può essere classificato come software di produttività personale.

Il suffisso ".org" è stato aggiunto dopo una disputa sul marchio con una società olandese, con richiesta che il progetto adotti formalmente OpenOffice.org come suo nome ufficiale. Tuttavia, comunemente ci si riferisce alla suite senza usare il suffisso. Il progetto ha come obiettivi quelli di fornire a tutti gli utenti un prodotto libero che possa competere con i prodotti commerciali attualmente dominanti in questo settore. Ha la caratteristica di essere parzialmente compatibile con i formati di file di Microsoft Office, ma dispone anche di formati nativi basati su XML che utilizzano un algoritmo di compressione (si tratta dell'LZW, lo stesso dei file "ZIP"). Sono supportate ufficialmente versioni per Linux (la suite è compresa in molte distro), Microsoft Windows, Solaris e Mac OS X (la versione 2.x su Mac OS richiede l'uso di X11), ma è possibile installarlo anche su altri sistemi operativi.

È disponibile in circa 70 versioni linguistiche ufficiali, a cui si aggiungono progetti di localizzazione "regionali" come, per esempio, la traduzione nei dialetti della lingua zulu sponsorizzata dal governo sudafricano o quella friulana.

L'ultima versione rilasciata include:

- Writer (word processor e editor HTML WYSIWYG)
- Calc (foglio di calcolo)
- Draw (programma di grafica vettoriale)
- Impress (programma per creare presentazioni)
- Math (editor di formule matematiche)
- Base (database)
- Registrazione di Macro
- Esportazione ed importazione nei formati PDF, Adobe Flash, DocBook XML, Microsoft Office, SVG
- Gestione nativa del formato ODF.

### *Sviluppo*

L'API di OpenOffice.org è costruita secondo le specifiche della piattaforma UNO (Universal Network Objects) e consiste in un'ampia gamma di interfacce collegate tramite definizioni in linguaggio IDL (Interface Description Language).

OpenOffice.org usa una versione modificata di BugZilla (sviluppata da Mozilla Foundation), chiamata IssueZilla che serve a tenere traccia di tutte le richieste, commenti e bug segnalati.

### **Licenza**

Il codice sorgente attualmente viene rilasciato da Sun come software libero su licenza LGPL. È basato sul codice della versione 5.2 di StarOffice, che dopo l'acquisizione da parte di Sun Microsystems è stato rilasciato con licenza libera. Più precisamente, il codice è soggetto alla licenza LGPL (la licenza SISSL, precedentemente usata in abbinamento, è stata abbandonata da Sun). La clausola esplicita presente nella licenza LGPL consente all'utente di rilicenziare il codice sotto licenza GPL. La proprietà esclusiva della suite impone però un fork al codice (e l'abbandono del nome) nel momento in cui dovesse essere redistribuito o variato, in quanto la licenza JCA impone l'esclusività dei diritti e proventi della suite solo a favore di Sun; infatti gli sviluppatori che collaborano ad OOo devono preventivamente accettare di firmare la cessione di ogni diritto futuro a Sun come previsto dall'accordo denominato JCA (Joint Copyright Agreement, perché concede sia allo sviluppatore sia a SUN la titolarità dei

diritti). La SUN officiosamente però si offre di ricompensare gli sviluppatori di terze parti.

### **Writer**

Writer è un elaboratore di testi, simile a Microsoft Word, con funzionalità praticamente analoghe, presenta inoltre alcune caratteristiche non presenti nelle versioni di Word precedenti alla 2007 come la possibilità di esportare i documenti direttamente in formato PDF.

Dalla versione 2.3 è implementata la funzione di esportazione dei documenti in formato MediaWiki (Wikipedia), mediante l'estensione Sun Wiki Publisher. Dal 10 settembre 2007 è disponibile l'estensione Sun Weblog Publisher per creare/pubblicare blog.

È inoltre capace di collegare i records di un database (anche MySQL) all'interno di un documento: cosa utile in molti casi, ad esempio:

- bibliografie
- indirizzari
- citazioni

Il programma è in grado di leggere numerosi formati, incluso il formato OpenDocument (formato predefinito fino alla versione 2.0), il formato .doc di Word, RTF e XHTML.

### **Calc**

Calc è un foglio di calcolo con funzionalità molto simili a Microsoft Excel. Anche da Calc è possibile salvare direttamente in formato PDF.

Il numero massimo di righe gestibili da Calc è 65536 per foglio, pari al numero massimo previsto da Excel in Microsoft Office 2003 (con Microsoft Office 2007 il numero massimo è stato elevato a 1048576)

Calc è in grado di gestire numerosi formati, compreso il formato proprietario XLS di Excel, sebbene ancora con alcune piccole incompatibilità, soprattutto quando i file contengono macro in VBA o tabelle pivot.

### **Impress**

Impress è un programma per presentazioni, appartenente alla stessa categoria di software di presentazione alla quale appartiene anche Microsoft Powerpoint. È in grado di esportare sia in PDF che in SWF, il formato Flash.

### **Base**

Base è un programma di creazione e gestione di database, simile a Microsoft Access. È basato sul "motore" HSQLDB scritto in Java, del quale Base è il front-end (gestore) grafico; ma gli utenti possono usarlo anche per connettersi a un database diverso come MySQL o PostgreSQL. Dalla versione 2.3. è disponibile un Report Builder, un avanzato creatore di Report in modalità grafica, disponibile come estensione anziché integrato direttamente nel modulo Base .

### **Draw**

Draw è un programma di grafica vettoriale paragonabile a CorelDraw. Draw è in grado di importare e esportare file SVG, sebbene con alcune limitazioni. Permette di esportare direttamente verso HTML/web grazie alla possibilità di esportare le immagini in formato PNG (Portable Network Graphics). Dalla versione 2.3, offre la possibilità di scegliere dei testi alternativi per le mappe delle immagini e per i titoli e le descrizioni dei livelli. Dalla medesima versione è disponibile questa funzionalità come estensione, mentre prima occorreva incorporare almeno due grandi (pesanti) librerie esterne come Java 5.0 e successive e Apache Batik (Java SVG Toolkit). Queste due modalità continueranno ad essere entrambe disponibili in quanto non ancora completamente sovrapponibili come funzionalità. È in corso (agosto 2007) un progetto sponsorizzato da Google per rendere effettiva e completa questa funzionalità come estensione interna.

### **Math**

Math è uno strumento che serve per creare complesse formule matematiche. Le

formule create possono poi essere incluse in tutti i programmi della suite. Le formule create sono viste dai programmi Windows e Linux come un generico oggetto, trattate come immagine. Math supporta lo standard MathML e il linguaggio OpenMath.

### ***Formato file***

Il formato in cui OOo salva i documenti è XML successivamente compresso. In pratica ogni file salvato da OOo è un archivio ZIP; decomprimendolo si vedranno una serie di file che descrivono le caratteristiche ed il contenuto del documento.

la compressione è di livello 2 (bassa compressione) ma i file si possono comprimere con tools esterni fin il livello 5 (altissima compressione) senza nessun problema d'uso da parte di OOo.

I vantaggi di questo approccio sono notevoli. Si consideri che ora sono tantissimi i prodotti, sia gratuiti che a pagamento, che elaborano l'XML. Questo vuol dire che i documenti nativi OOo si possono elaborare con lo strumento di lavoro preferito. Le possibilità sono tantissime: ad esempio è possibile estrarre tutti i titoli dei lucidi di una presentazione. È inoltre semplicissimo definire dei filtri di importazione ed esportazione di file XML usando l'XSLT.

Si pensi inoltre che gli oggetti inseriti in un documento vengono salvati all'interno dell'archivio ZIP. Se dunque si crea un documento di testo e vi si inseriscono delle immagini sarà semplicissimo recuperare i file grafici originari decomprimendo il file ed anche in caso di corruzioni del file si può sempre salvare qualcosa se non la maggior parte.

Inoltre, dalla versione 2.0 di OOo il formato di salvataggio dei documenti è OpenDocument (ODF) standard (ISO/IEC 26300:2006) definito dal consorzio OASIS e alla cui definizione hanno partecipato Sun Microsystems, Boeing, i National Archives of Australia e la Society of Biblical Literature.

Il programma KOffice e Lotus Office (IBM Lotus SmartSuite) hanno recentemente deciso di utilizzare questo formato, come molti altri office in circolazione.

## Appendice VI

### *Mozilla Firefox*

Mozilla Firefox è un web browser open source multiplatforma discendente di Mozilla Application Suite, prodotto da Mozilla Foundation. Firefox attualmente è usato da più di un internauta su cinque (il 23%), ciò lo rende il secondo browser più popolare della rete, dopo Internet Explorer.

Per visualizzare le pagine web, Firefox sfrutta Gecko come motore di rendering, il quale supporta gran parte dei nuovi standard web oltre ad alcune caratteristiche che sono state progettate come estensioni a quest'ultimi.

Le caratteristiche che lo rendono un browser innovativo sono: la navigazione a schede, un correttore per la lingua, una funzione di ricerca all'interno delle pagine web, segnalibri live, un download manager, una casella di ricerca che usa i motori di ricerca scelti dall'utente e la nuova awesomebar che permette di ritrovare le pagine precedentemente visitate basandosi sul titolo di quest'ultime. Alcune funzionalità possono essere aggiunte tramite l'installazione delle estensioni: piccoli addons creati da sviluppatori di terze-parti; i più famosi sono: NoScript, Tab Mix Plus customizer, FoxyTunes, Adblock Plus, StumbleUpon, Foxmarks Bookmark Synchronizer, DownThemAll! e Web Developer.

Firefox, essendo multiplatforma, può essere eseguito in svariate versioni di Microsoft Windows, Mac OS X, Linux (molte distribuzioni lo includono) e molti altri sistemi operativi Unix-like. La sua ultima versione stabile è la 3.5.4, rilasciata il 27 ottobre 2009. Il codice sorgente di Firefox è rilasciato sotto le licenze GPL/LGPL/MPL.

### *Caratteristiche principali*

A differenza di Mozilla Suite, il precedente prodotto di punta di Mozilla Foundation, Firefox non è una suite di applicazioni, ma un browser web. La filosofia progettuale punta alla facilità d'uso, alla stabilità, alla personalizzazione, al rispetto degli standard web, alla sicurezza, alla compattezza e alla velocità.

Firefox è stato progettato come prodotto multiplatforma, ed è disponibile per sistemi GNU/Linux, Microsoft Windows, Mac OS X, OS/2 e Solaris. Firefox condivide con la Mozilla Suite, oltre a buona parte del codice sorgente, la natura di software libero.

Firefox è nato nel settembre 2002 come una sperimentazione interna del gruppo di sviluppo di Mozilla. Ai tempi, con il progetto ancora finanziato dalla Netscape Communication Corporation, l'autonomia decisionale dei programmatori riguardo alle scelte di fondo del progetto era in qualche modo limitata e non era inusuale che si cercasse una maggiore libertà di azione in piccoli progetti non ufficiali. Dave Hyatt (ora responsabile del browser Safari) e Blake Ross diedero dunque vita a Firefox come sperimentazione sull'usabilità e per dimostrare come fosse possibile adottare un approccio diverso nella produzione di un browser targato Mozilla.

Tra le sue caratteristiche vi sono un filtro integrato contro le finestre popup, il supporto per la comunicazione sicura SSL/TLS, la funzione di tabbed browsing per la navigazione contemporanea in più siti (cosiddetta navigazione a schede), il download gratuito e il peso contenuto del file di installazione (meno di 5 megabyte per la versione per Windows). Firefox supporta i plug-in di Netscape e di Mozilla Suite ed in più è basato su una struttura modulare che permette di aggiungere nuove funzionalità tramite l'uso delle estensioni, piccoli programmi scaricabili dal web e di facilissima integrazione in Firefox. Tra le altre estensioni si possono citare quella per la gestione delle "mouse gestures" e la Google Toolbar per la ricerca nel relativo motore di ricerca. L'aspetto grafico del browser può essere modificato tramite i temi (l'equivalente delle skin in altri programmi).

Mozilla Firefox è un valido concorrente del browser Microsoft Internet Explorer, attualmente

il più diffuso, in quanto, oltre ad alcune originali funzioni (quali il supporto per le estensioni e i temi personalizzati) è decisamente meno soggetto all'attacco dei cosiddetti spyware (in quanto l'utenza di Firefox è ancora minore rispetto a quella di IE e di conseguenza è meno bersagliato, ma anche per la sua struttura intrinsecamente più sicura). A differenza di Internet Explorer, Firefox possiede inoltre un supporto notevolmente più rigoroso agli standard web. In Firefox è possibile impostare l'apertura di più home page, digitando nell'apposita finestra i siti desiderati separati da |.

### ***Strumenti di sviluppo web***

Come Mozilla Suite, Firefox ha due strumenti di sviluppo web: DOM Inspector (dalla versione 3 come add-on) e JavaScript Console, utili nello sviluppo di pagine web. Il DOM Inspector non è disponibile in altri browser mentre la JavaScript Console è particolarmente avanzata. Questi componenti non vengono installati come impostazione predefinita, ma sono disponibili nell'installazione personalizzata.

Piattaforma di sviluppo

Un altro obiettivo di Mozilla Suite, e nella fattispecie Firefox, è stato quello di avere una piattaforma di sviluppo molto flessibile per creare interfacce utente in maniera rapida. L'architettura delle applicazioni, infatti, è basata su standard come i CSS, RDF e Javascript. Inoltre sono stati creati linguaggi di markup specifici come XML User Interface Language (XUL). In questo modo il codice sorgente di Firefox non è solo libero, ma la stessa struttura architeturale del prodotto può essere facilmente configurata secondo le proprie esigenze. Mediante gli strumenti messi a disposizione è perciò possibile creare estensioni facilmente integrabili nel prodotto.

### ***Le estensioni***

Mozilla Firefox 3 su Windows Vista con alcune estensioni installate

Le estensioni per Mozilla Firefox sono scaricabili dal sito ufficiale.

Alcune delle estensioni più popolari sono:

- Adblock e Adblock Plus: per il blocco delle finestre pop-up e dei banner pubblicitari. Offre inoltre all'utente la possibilità di bloccare contenuti pubblicitari realizzati in flash;
- BBCodeXtra: ausilia l'utilizzo del formato BBCode, molto diffuso nei forum;
- ChatZilla: un client IRC per i browser Mozilla, scritto in XUL e JavaScript;
- DownThemAll: ottimizza il download dei file. Il programma parte da più punti di ingresso, e consente di ottenere un notevole aumento della velocità.
- Firebug: permette il debug, la modifica e il monitoraggio di tutti gli aspetti di una pagina web, come i fogli di stile, il codice HTML, la struttura DOM e il codice JavaScript;
- FireGestures: permette di velocizzare la navigazione, consentendo di collegare comandi eseguibili a movimenti del mouse sullo schermo.
- Gmail Manager: sempre più utilizzato grazie all'aumento degli utenti che usufruiscono del servizio mail di Google, è utile per controllare la propria casella di posta senza ogni volta accedervi; il sistema utilizza una serie di notifiche visive e sonore per avvisare l'utente nel caso in cui vi sia un nuovo messaggio in arrivo;
- HTML Validator: è uno strumento utilizzato da sviluppatori di pagine web per controllare il formato delle pagine stesse e verificare se vengono rispettate le norme imposte dal W3C;
- IE Tab: consente di visualizzare una pagina con Internet Explorer, integrato in una scheda all'interno di Mozilla. È adatto in particolare per aprire siti ottimizzati per IE, ad esempio quelli che prevedono l'utilizzo di controlli ActiveX.
- NoScript: consente l'esecuzione di JavaScript ai soli siti a cui si è fornito il permesso e

di cui ci si fida.

- Video DownloadHelper: consente il download di contenuti non raggiungibili mediante procedimenti ordinari, come ad esempio i filmati in formato flash reperibili su YouTube;
- Web Developer Toolbar: aggiunge al browser una toolbar con molti strumenti utili ai web developer;
- WOT, acronimo di "Web of Trust": fornisce un voto rispetto a affidabilità, affidabilità del fornitore, sicurezza per bambini e riservatezza di un sito.

## APPENDICE VII

### *NUMPY*

NumPy is the fundamental package needed for scientific computing with Python. It contains among other things:

- a powerful N-dimensional array object
- sophisticated (broadcasting) functions
- tools for integrating C/C++ and Fortran code
- useful linear algebra, Fourier transform, and random number capabilities.

Besides its obvious scientific uses, NumPy can also be used as an efficient multi-dimensional container of generic data. Arbitrary data-types can be defined. This allows NumPy to seamlessly and speedily integrate with a wide variety of databases.