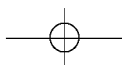
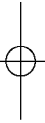
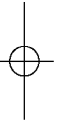


## **SEZIONE 1**

### *Inquadramento del progetto*

Aldino Bondesan  
Andrea Vitturi





Il Canale Caligo, antico ramo del Piave  
entrante nella laguna settentrionale di  
Venezia.

## SEZIONE 1

## INQUADRAMENTO DEL PROGETTO

## CAPITOLO I.I.

**I PROGETTI DOGE E LEO E LA REALIZZAZIONE DELLA CARTA GEOMORFOLOGICA DELLA PROVINCIA DI VENEZIA**

di *Andrea Vitturi e Aldino Bondesan*

Il Progetto *Carta geomorfologica della provincia di Venezia* nasce nel 1998 su iniziativa della Provincia di Venezia. Negli anni precedenti l'impegno rivolto allo studio del territorio da parte dell'Amministrazione provinciale era stato particolarmente intenso, sia da parte dei propri tecnici, sia attraverso l'affidamento di appositi incarichi esterni e collaborazioni con altri enti. Alcuni di questi studi hanno permesso di produrre rapporti interni, altri sono pervenuti a pubblicazione. Tra questi ultimi, i più noti e frequentemente impiegati come testi di consultazione di base per chi si avvicini al territorio veneziano sono i seguenti volumi: BASSAN *et alii* (1994), relativi al settore meridionale della provincia, VITTURI (a cura di) (1983), per il settore nord-orientale e il recente BASSAN & VITTURI (2003) per la parte centrale; tra i tanti incarichi portati a termine non si può dimenticare la *Carta delle unità geomorfologiche* alla scala 1:20.000 redatta nel 1994-96 da L. MINUZZO nell'ambito delle indagini per la realizzazione della *Carta dell'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici* (di cui al dGRV n. 616/96) e seguita, nel 1997, dalle relative *Note illustrative* (MINUZZO, 2000). La prematura morte della professionista di fatto impedì che il progetto venisse completato, in quanto già l'incaricata aveva messo in risalto i numerosi problemi irrisolti, che comportavano non solo il riesame di alcune zone (in particolare della parte centrale della provincia), ma anche sopralluoghi in campagna e lo studio dell'allora già copiosa serie di dati in possesso della Provincia relativamente a

sondaggi, trivellate, trincee pedologiche e altri dati geologici.

Contemporaneamente il mondo scientifico italiano stava compiendo grandi progressi nello studio della pianura attraverso ricerche mirate alla ricostruzione dell'assetto geomorfologico e dell'evoluzione paleoambientale. In particolare modo la scuola padovana, afferente al Dipartimento di Geografia dell'Università, aveva avviato numerosi studi, molti dei quali nel Veneziano, rivolti allo studio del Quaternario in pianura. Si era inoltre conclusa da poco la lunga ricerca che aveva portato alla pubblicazione della carta geomorfologica della pianura padana alla scala 1:250.000 (MURST, 1997a; 1997b; BONDESAN M. *et alii*, 1989a; BONDESAN M. *et alii*, 1989b; CASTIGLIONI & CAVALLIN, 1987; CASTIGLIONI, 1988a; CASTIGLIONI *et alii*, 1989; CASTIGLIONI *et alii*, 1990; BONDESAN A. *et alii*, 1992; BONDESAN A. *et alii*, 1994a; 1994b; BONDESAN A. *et alii*, 1995; CASTIGLIONI, 1995) coordinata da Giovanni Battista Castiglioni, professore ordinario di Geografia a Padova, attraverso il coinvolgimento di decine di studiosi di undici università e centri di ricerca diversi nell'arco di 14 anni di lavoro. Fu questa una palestra per molti allievi di Castiglioni che oggi sono alcuni degli autori della *Carta geomorfologica della provincia di Venezia*.

La naturale convergenza tra i compiti istituzionali della Provincia di Venezia, che comprendono tra l'altro la raccolta e il coordinamento delle informazioni sulla natura del territorio, e i programmi di ricerca del Dipartimento di Geografia "G. Morandini" dell'Università di Padova nei riguardi delle aree di pianura determinò la nascita di una collaborazione che si è rivelata nel tempo utile e proficua. Il complesso delle informazioni ottenute dai diversi studi condotti era raccolto negli archivi della Provincia e

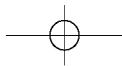
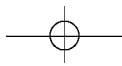


Fig. 1.1. Immagine satellitare della pianura veneto-friulana dal Po al Tagliamento. In alto a sinistra i primi rilievi prealpini (LANDSAT, TM5 del 8.08.2003, fonte Telespazio, collaborazione Servizio Informativo CVN).



nelle banche dati appositamente allestite per la loro gestione. L'idea di realizzare una carta geomorfologica provinciale nacque dall'intuizione che i dati tecnici e scientifici, se opportunamente interpretati e assemblati, avrebbero potuto confluire in uno studio unitario con innegabili valenze applicative.

Il progetto della *Carta geomorfologica* prese ufficialmente il via nel marzo 1999 con la sottoscrizione del Protocollo d'Intesa tra l'Università degli Studi di Padova e la Provincia di Venezia. Il piano fu battezzato *Progetto Doge* e prevedeva la realizzazione della carta geomorfologica della provincia di Venezia relativamente alla sola terraferma in scala 1:20.000 in previsione della pubblicazione in scala 1:50.000. Il protocollo prevedeva inoltre il finanziamento da parte della Provincia di una borsa di studio pluriennale per supportare l'attività del Dipartimento di Geografia "G. Morandini" dell'Università di Padova e individuava come responsabili scientifici del progetto stesso A. Bondesan e M. Meneghel.

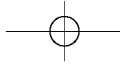
Considerato poi che il Magistrato alle Acque di Venezia vantava una notevole tradizione nel campo delle cartografia geologica e che, per il tramite del proprio concessionario Consorzio Venezia Nuova - Servizio Informativo, disponeva di numerosi dati, organizzati informaticamente, riguardanti il sottosuolo lagunare, oltre ad avere particolare competenza ed esperienza nel campo dell'informatizzazione di carte tematiche, e visto che la rilevazione delle caratteristiche geomorfologiche del territorio veneziano rientrava tra i suoi compiti d'istituto, nel 2000, in accordo coi responsabili scientifici del progetto, si stipulò un secondo Protocollo d'intesa col Magistrato alle Acque di Venezia. L'entrata nell'accordo del Servizio Informativo, diretto da R. Rosselli, consentì di espandere le possibilità dell'iniziativa grazie al sostegno del potente apparato tecnologico e informatico. L'accesso alle banche dati del Servizio Informativo rendeva inoltre possibile l'estensione dello studio alle lagune di Venezia, Caorle e Bibione, in un primo tempo escluse.

Nasceva in quel modo il *Progetto Leo*. Il Consorzio Venezia Nuova - Servizio Informativo avrebbe inoltre provveduto all'informatizzazione (inizialmente prevista a carico della Provincia) della carta geomorfologica estendendola anche alle Lagune di Venezia, di Caorle e di Bibione, aree per le quali inizialmente era previsto solo un primo parziale allestimento. La carta geomorfologica, pur unitaria nella stampa finale, prevede due ambiti distinti di indagine e di produzione cartografica: la terraferma (*Progetto Doge*) e le lagune (*Progetto Leo*). Questa distinzione fu motivata dalla diversa disponibilità di dati e dai differenti metodi di rilevamento adottati per i due settori, che richiedevano un approccio diverso allo studio della geomorfologia.

Lo stesso Protocollo d'Intesa è stato stipulato nel 2000 col Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) - Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse (ISDGM) di Venezia (ora Istituto Scienze Marine - ISMAR) in quanto i suoi ricercatori vantano una consolidata competenza sulla laguna di Venezia come attestano le loro numerosissime pubblicazioni scientifiche.

Inoltre, nel 2001 è stato stipulato un ulteriore Protocollo d'Intesa sia con la Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto che col suo nucleo subacqueo (NAUSICAA) in quanto la Provincia di Venezia e tale Ente hanno convenuto che fosse di reciproca utilità attivare una collaborazione e uno scambio di tutte le informazioni e dati utili alla realizzazione degli studi di fisiografia antica e moderna nell'area dei comuni afferenti ai progetti promossi dalla Soprintendenza e alle indagini geologico-geomorfologiche d'iniziativa della Provincia, con particolare riferimento alla *Carta geomorfologica della provincia di Venezia*. Quanto sopra indicato non è esaustivo poiché il Protocollo d'Intesa intende regolamentare anche future collaborazioni nel campo fisiografico, geologico e geomorfologico, che in tali casi saranno formalizzate previe reciproche lettere di proposta e d'adesione.

Nel corso del tempo, altri accordi sono stati sottoscritti anche con altri enti e istituzioni che si



occupano del territorio provinciale veneziano, tra i quali l'ARPAV - Centro Agroambientale e l'Archivio di Stato di Venezia, tutti funzionali a collaborazioni o ad acquisizione di dati relativi alla geomorfologia della provincia di Venezia.

Infine, a supporto dell'attività dei vari enti citati che, anche in modo molto differenziato, hanno collaborato al progetto, vi sono stati diversi incarichi professionali in vari campi, secondo le differenti necessità insorte, tutti formalizzati dalla Provincia di Venezia o dal Magistrato alle Acque - Servizio Informativo.

## CAPITOLO I. II.

### IL CONTESTO DEI PROGETTI DOGE E LEO

di Andrea Vitturi

#### 1. II. 1. LE ATTIVITÀ PROPEDEUTICHE

La Provincia di Venezia da oltre un ventennio sta effettuando una serie di indagini e studi, tra loro coordinati e coerenti, miranti ad acquisire, aggiornandole e perfezionandole nel tempo, le conoscenze di base sul territorio provinciale, con particolare riferimento a quelle riguardanti suolo, sottosuolo e acque sotterranee. Lo scopo di questo programma è stato innanzitutto quello di fornire agli amministratori quanto necessario per governare il territorio, in quanto è ampiamente noto che per governare occorre conoscere.

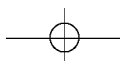
Già nel 1980, con l'istituzione del Settore Assetto ed Igiene del Territorio all'interno del nuovo Dipartimento Programmazione e con l'attribuzione della responsabilità in capo a un geologo, la Provincia ha costituito la struttura preposta all'acquisizione delle conoscenze mancanti per la propria attività di governo; allora era disponibile, infatti, solo la documentazione predisposta principalmente dalla comunità scientifica e rivolta quasi esclusivamente alle problemati-

che di Venezia e della sua Laguna, con la pressoché totale mancanza di dati sul restante territorio provinciale di pronta applicabilità. Inoltre, gli obiettivi che si poneva, e che ancor oggi si pone, la Provincia sono di diretta applicazione alle esigenze del territorio nei suoi vari aspetti (agricoltura, pianificazione territoriale, ambiente ecc.) e in relazione alle proprie competenze istituzionali (tema quest'ultimo che verrà trattato in seguito).

Si è allora approntato un apposito piano pluriennale di acquisizione di dati, sia di carattere bibliografico, che realizzato direttamente in campagna con apposite indagini. Inoltre, per motivazioni interne, i primi obiettivi riguardavano il mondo agricolo.

Pur proseguendo l'acquisizione di dati geologici (nucleo delle banche dati informatizzate e georeferenziate che sono oggi importante patrimonio dell'Ente), l'attività della Provincia nei primi anni si è esplicitata con la pubblicazione dello *Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte nord-orientale*, pubblicato nel 1985, ma aggiornato al 1983 (PROVINCIA DI VENEZIA, 1983). Però, proprio per dimostrare che le conoscenze acquisite sul territorio possono avere valenze più estese rispetto alla ridotta programmazione iniziale, nello studio citato sono già comprese alcune parti che rappresentano, *in nuce*, i futuri studi geoambientali su cui poi ci soffermeremo. Infatti, le cartografie tematiche sulla permeabilità dei suoli, sull'attività estrattiva, sulla zonazione geologica per discariche controllate di rifiuti solidi urbani e sulla zonazione geotecnica preliminare del sottosuolo saranno poi riprese negli studi successivi e avranno altre applicazioni, quali il *Piano Gestione Rifiuti* del 1999.

Sempre già in quella fase di programmazione iniziale ci si è resi conto che la conoscenza del territorio dev'essere vista nella sua evoluzione e con le varie modalità di rappresentazione esistenti; è stato perciò sviluppato l'aspetto culturale (ma con forti applicazioni pratiche) inserendo, già nell'ambito dello studio geopedologico, un apposito capitolo intitolato *Profilo storico*, acquisendo sia le carte topografiche di base



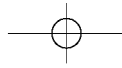


Fig. 1.2. *Carta topografica da Ferrara a Udine e da Asolo al mare con rete idrica e viaria, XVIII secolo (ASVE, SEA, Relazioni Periti, b. 930, ds. 1).*

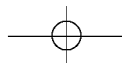


(serie completa delle tavolette IGM in scala 1:25.000; fogli IGM in scala 1:50.000 e 1:100.000; carte storiche, con particolare riferimento a quelle dell'Imperial Regio Stato Maggiore Austriaco ecc.) che le foto aeree di tutti i voli realizzati sull'intero territorio provinciale dal 1955 (successivamente implementati, ad esempio, anche con quelli realizzati nel 1944-45 dalla RAF-Royal Air Force per aree specifiche).

A questa fase iniziale definibile come "pionieristica", nella quale il personale era limitato solo a quello provinciale che realizzava pressoché *in toto* quanto necessario, è seguita un'altra fase costruttiva (fase "di sviluppo") nella quale la Provincia ha potenziato con mezzi e disponibilità economiche queste attività, riconoscendone l'interesse strategico per l'Ente. Ciò ha permesso di aumentare i progetti, che di norma, sotto la supervisione e controllo provinciale, venivano condotti da personale specializzato per lo più del mondo scientifico con la collaborazione per la

maggior parte della fase esecutiva da parte di giovani geologi, anche di primo impiego. Si è trattato di una politica lungimirante, in quanto il personale formato ha avuto nel tempo possibilità di impiego anche in posti di prestigio e che ha dato alla Provincia di Venezia una serie di risultati di ottima fattura e interesse difficilmente conseguibili altrimenti.

Numerose le pubblicazioni in questa fase, che vanno dallo *Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale, parte meridionale* (BASSAN *et alii*, 1994) allo *Studio geologico propedeutico al Piano provinciale per le attività estrattive* (1995), dal *Programma provinciale di previsione e prevenzione* e dal *Piano Territoriale Provinciale* (1999), nei quali le conoscenze sull'intero territorio provinciale vengono sintetizzate, alla *Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia* (2000) ecc. L'ultimo studio di questa serie è lo *Studio geoambientale del territorio provinciale di Venezia, parte centrale* (BASSAN & VITTURI, 2003).



Vi è poi un'ultima fase, quella in corso, nella quale si è constatato che il personale non è potenziabile stanti le disposizioni normative (però nel frattempo al geologo iniziale, passato a responsabilità dirigenziali, l'Amministrazione provinciale è riuscita ad affiancare un secondo geologo per il quale è stato costituito l'Ufficio Difesa del Suolo all'interno del Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio) e che i finanziamenti andavano sempre più rarefacendosi; per questo si è iniziato ad esplorare ogni possibile sinergia con altri enti, potenzialmente interessati a uno specifico problema ma anch'essi con risorse d'uomini e mezzi economici insufficienti se da soli.

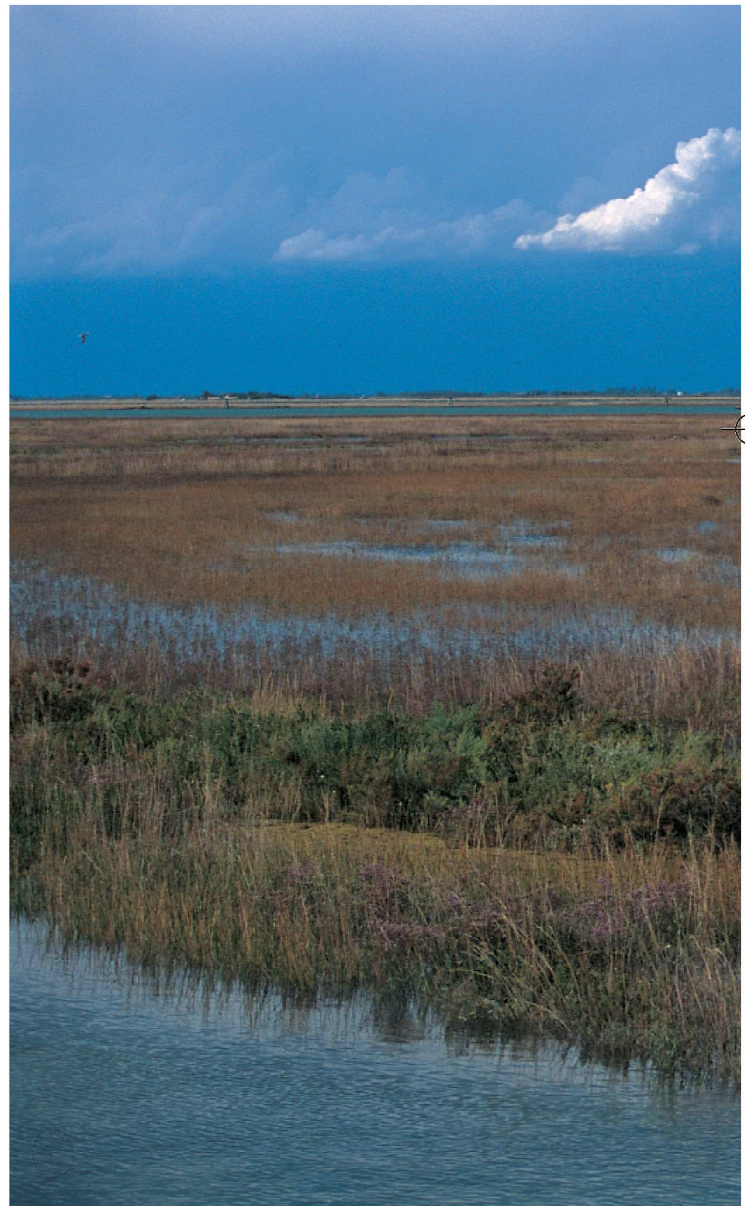
Frutti di questa stagione, che potremmo definire come la fase dei "Protocolli d'intesa", sono il *Progetto I.S.F.S. - Intrusione Salina F. Subsidenza* riguardante la parte meridionale della provincia e svolto in collaborazione con altri dieci enti (2003), le *Ricerche di Fisiografia antica e moderna nei territori del Veneto Orientale - Realizzazione di una Carta dell'uso dei suoli* (BONDESAN et alii, 2002), che ha visto il coinvolgimento di 14 enti, il *Progetto Geositi*, quasi concluso e che viene realizzato con la Società Italiana di Geologia Ambientale - SIGEA, e, soprattutto, lo studio di cui qui si tratta: *Carta geomorfologica della provincia di Venezia*.

#### 1. II. 2. IL QUADRO LEGISLATIVO

Le Province hanno funzioni proprie e conferite (dallo Stato o dalla Regione) e solo alcune di queste funzioni hanno interesse nel campo che viene qui considerato. Esse derivano dalla legislazione vigente, che attualmente a livello nazionale è compendiate nel Testo Unico degli Enti Locali (DLgs n. 267/00). Vi è poi da considerare quanto legiferato a livello locale e cioè, nel nostro caso, dalla Regione del Veneto, anche in relazione a quanto previsto in via generale dallo Stato, in particolare col DLgs n. 112/98 (detto "Bassanini"). Infatti, proprio in attuazione di tale decreto la Regione del Veneto ha approvato la LRV n. 11/01 che ha conferito alle Province fun-

zioni e compiti amministrativi su diversi aspetti qui d'interesse.

È da premettere, inoltre, che la competenza provinciale riguarda ampie zone intercomunali o l'intero territorio provinciale, e che rientrano sempre nelle attività della Provincia quelle svolte





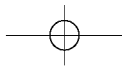


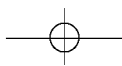
Fig. 1.3. Paesaggio di barena nella laguna centrale (lago dei Teneri).

in collaborazione con i Comuni sulla base di programmi.

Varie sono quindi le competenze provinciali che hanno dato vita al progetto *Carta geomorfologica della provincia di Venezia*.

Esse possono essere così sintetizzate:

- pianificazione territoriale;
- difesa del suolo;
- tutela e valorizzazione dell'ambiente;
- prevenzione delle calamità;
- tutela e valorizzazione delle risorse energetiche;
- valorizzazione dei beni culturali;



- viabilità;
- organizzazione dello smaltimento dei rifiuti a livello provinciale;
- attività estrattiva.

Vengono ora esaminate alcune leggi specifiche, nelle quali quanto normato rientra nell'ambito qui d'interesse. Ulteriori informazioni saranno fornite nel paragrafo 1.II.3, relativo agli aspetti applicativi della carta geomorfologica.

Nel campo della *pianificazione territoriale* la LRV 27.06.1985, n. 61 "Norme per l'assetto e l'uso del territorio" e successive modifiche e integrazioni (smi) prevede espressamente, a livello comunale, l'esecuzione di indagini di tipo geomorfologico; l'art. 10 "Elaborati del Piano Regolatore Generale" dice infatti che «il Piano Regolatore Generale è formato da: 1) gli elaborati dello stato di fatto comprendenti: ... c) una cartografia geologico-tecnica in scala 1:5.000 ... La cartografia rileva le attitudini delle singole unità del terreno, con particolare riferimento al loro assetto geologico e morfologico e ai processi geodinamici in atto ...». In proposito, la Regione del Veneto con dGRV 2705/83 "Grafia e simbologia regionali unificate per la elaborazione degli strumenti urbanistici" ha inteso uniformare in tutto il territorio regionale la grafia e la simbologia per la stesura degli elementi di analisi e di progetto dei Piani Regolatori Comunali; pur con successive modifiche, la prima tavola del gruppo 10 (gruppo che comprende le analisi di tipo fisico-ambientale e territoriale) resta tuttora la "Carta geomorfologica", con contenuti che sono andati sempre più aumentando. Tale documento, infatti, è stato poi parzialmente modificato col dGRV n. 615 del 21.02.1996 nel quale sono stati approvati i "Contenuti geologico-tecnici nelle grafie unificate per gli strumenti urbanistici comunali". Per quanto riguarda la legenda della "Carta geomorfologica", è stata espressamente richiamata quella predisposta dal Servizio Geologico Nazionale per la Carta Geomorfologica d'Italia in scala 1:50.000, pur con opportune modifiche legate sia alla scala di maggior dettaglio

(1:10.000) richiesta per i PRCC che per adattarla alle tipologie geomorfologiche effettivamente presenti nel territorio regionale.

Sempre la Regione del Veneto, in attuazione della LRV n. 24/85, con dGRV 4.11.1986, n° 5833, ha approvato "La guida tecnica per la classificazione del territorio rurale", riguardante la pianificazione comunale, che tra l'altro prevede, a integrazione del citato documento sulle Grafie unificate, la "Carta del paesaggio agrario" che risulta dalla lettura incrociata di vari elementi, tra cui quelli morfologici.

Particolare interesse riveste qui la dGRV 24.11.1987, n. 6948, con la quale la Regione del Veneto ha approvato le "Direttive per la predisposizione del piano generale di bonifica e di tutela del territorio rurale", piano previsto già nella LRV n. 3/76, art. 15. Nell'ambito dell'apposito capitolo sulla geologia, idrogeologia e rete idrografica, la Tav. 2 prevede espressamente la redazione di una carta altimetrica a isoipse (scala 1:25.000 o 1:50.000) e di una carta geomorfologica applicata, predisposta mediante interpretazione di foto aeree e di rilievi e controlli diretti sul territorio, con evidenziate le tendenze evolutive della geomorfologia del territorio in esame. È molto importante qui sottolineare che la legenda adottata per tale carta è stata quella integralmente desunta dalla pubblicazione di CASTIGLIONI *et alii* "Criteri informativi del progetto di una carta geomorfologica della pianura padana" (1986); ciò ha avuto dei riflessi positivi anche nel presente studio.

Nel campo della *difesa del suolo* il riferimento d'obbligo è la L. 18.05.1989, n° 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo". Essa prevede, tra l'altro, che le Autorità di bacino (nazionali, interregionali e regionali) debbano redigere il proprio piano di bacino idrografico, che «ha valore di piano di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e la corretta utilizzazione

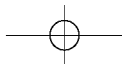


Fig. 1.4. Barene nella laguna settentrionale di Venezia soggette a recupero morfologico.



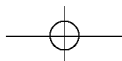
delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche ed ambientali del territorio interessato» (art. 17). È ovvio che in questo contesto la conoscenza delle caratteristiche geomorfologiche del territorio indagato è essenziale.

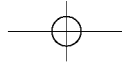
Nello stesso campo rientra anche, ad esempio, il DM LLPP 14.02.1997 “Direttive tecniche per l’individuazione e la perimetrazione, da parte delle regioni, delle aree a rischio idrogeologico”; esso infatti indica espressamente, al punto 1 delle Direttive tecniche, che «la determinazione del livello del rischio idrogeologico presuppone la conoscenza dei parametri ... geomorfologici ...».

Vi è poi il DL n. 180/98 “Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania”, convertito con modifiche nella L. n. 267/98 (detta anche “Legge Sarno”) e il successivo DPCM n. 29.09.1998 con cui è stato approvato l’atto di indirizzo e coordinamento inteso a definire le attività previste dal DL n. 180/1998 e che

ha definito quattro classi di rischio a gravità crescente (moderato R1; medio R2; elevato R3; molto elevato R4) con le relative misure di salvaguardia. L’acquisizione delle conoscenze sulla situazione geomorfologica sono evidentemente implicite, pur non essendo espressamente richiamate. Ulteriori indicazioni in tal senso sono state poi dettate dal DL n. 279/00 “Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali”, convertito con modifiche nella L. n. 365/00 (detta anche “Legge Soverato”).

La LRV n. 11/01 all’art. 85 conferisce alle Province compiti in materia di difesa del suolo che presuppongono conoscenze anche di tipo geomorfologico; si tratta, ad esempio, di funzioni relative alla programmazione, progettazione, approvazione ed esecuzione degli interventi di difesa idrogeologica e per il consolidamento degli abitati.





Nel settore della *tutela e valorizzazione dell'ambiente* si può fare ampio riferimento alla normativa sulla Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) di cui alla L. n. 349/86 (art. 6) e alla LRV 26.03.1999, n. 10 "Disciplina dei contenuti e delle procedure di valutazione d'impatto ambientale" e s.m.i. La vasta normativa sull'argomento implica, in molti casi, la necessaria acquisizione delle conoscenze, tra quelle di base, sulla situazione geomorfologica.

Anche per quanto riguarda la *prevenzione dalle calamità* (protezione civile) è prevista la redazione di cartografie di tipo geomorfologico. La Regione del Veneto, infatti, in attuazione del DLgs n. 112/98, art. 108, e della LRV n° 11/01, art. 104, ha promulgato con dGRV 1.02.2002, n. 144 le "Linee Guida per la predisposizione del Piano Provinciale di Emergenza - Indirizzi, criteri e metodologia per la redazione" che prevedono, nell'ambito dell'inquadramento del territorio, che la provincia debba essere analizzata anche dal punto di vista geologico-geomorfologico. Identiche indicazioni sono state poi date, con dGRV 10.03.2003, n. 573, nel documento "Linee Guida regionali per la pianificazione comunale di protezione civile con riferimento alla gestione dell'emergenza - Criteri e metodologia per la redazione".

Nel campo della *tutela e valorizzazione delle risorse energetiche*, si può ricordare il "Regolamento di attuazione della L. 9.12.1986, n. 896, recante disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche", approvato con DPR 27.05.1991, n. 395; esso prevede all'art. 10 che lo Studio delle modifiche ambientali relative al permesso di ricerca in terraferma debba tra l'altro comprendere «una relazione descrittiva, con l'indicazione, su carta in scala non inferiore a 1:100.000, delle caratteristiche geomorfologiche ...».

Nel campo della *valorizzazione dei beni culturali* rientrano i cosiddetti "geositi", che ora sono trattati, a livello normativo, dal DLgs 29.10.1999, n° 490 "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali a norma dell'art. 1 della L. 8.10.1997, n. 352" e s.m.i. In

particolare rientrano in questa normativa le «cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica» (art. 139).

Per quanto concerne invece i compiti istituzionali della Provincia in tema di *viabilità*, ma anche per le *opere pubbliche di vario tipo* ecc., la conoscenza della geomorfologia locale serve soprattutto nella fase preliminare di fattibilità, dove può concorrere nell'orientare le prime scelte sui corridoi di progetto o, in caso di loro predefinita (cioè che vale soprattutto in zone densamente edificate, quali la nostra provincia), per valutare preventivamente le diverse tematiche relative ai relativi parametri fisico-ambientali ivi presenti.

Nella *organizzazione dello smaltimento dei rifiuti a livello provinciale* la geomorfologia riveste pure un suo ruolo; infatti, nel Piano Gestione Rifiuti una delle conoscenze da acquisire preventivamente per orientare le scelte è anche la cartografia geomorfologica, che comprende vari parametri d'interesse per tale pianificazione di settore. La normativa di riferimento in questo caso è il DLgs 5.02.1997 c, nel Veneto, la LR 21.01.2000 "Nuove norme in materia di gestione dei rifiuti" e s.m.i.

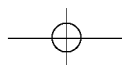
Infine, per quanto concerne l'*attività estrattiva*, la LRV 7.09.1982, n. 44 "Norme per la disciplina dell'attività di cava" indica che il progetto di coltivazione deve prevedere, tra l'altro, una «relazione sulle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrografiche e paesaggistiche del luogo d'intervento e sulla interferenza dell'attività estrattiva sulle medesime».

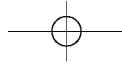
Questa sintetica esposizione delle norme che prevedono, direttamente o implicitamente, la realizzazione di carte geomorfologiche non ha pretese di esaustività, ma solo di dare una sufficiente informativa su questo aspetto specifico della nostra legislazione.

#### 1. II. 3. GLI ASPETTI APPLICATIVI

*Fatti non foste a viver come bruti,  
ma per seguir virtute e conoscenza.*

Dante, con la sua immensa arte, ha perfettamente sintetizzato lo scopo primario di ogni lavoro





ro scientifico o artistico. Tanto è insito nell'uomo questo concetto, che Primo Levi, pur nell'orrore di Auschwitz così mirabilmente descritto in *Se questo è un uomo*, cercava di tradurre in un approssimativo tedesco a un compagno di prigionia le emozioni che scaturiscono dalla perfetta sinteticità dell'Ulisse dantesco.

Ora, parafrasando Orazio «Si magna parvis comparare licet», si può ritenere che anche il presente studio rientri nella categoria delle ricerche scientifiche, cioè di quelle che hanno per scopo primario l'avanzamento delle conoscenze in un campo che, nel nostro caso, è quello delle Scienze della Terra.

Il fatto che il progetto *Carta geomorfologica della provincia di Venezia* sia stato realizzato con la direzione e supervisione scientifica di docenti universitari afferenti al Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova (di cui è nota la grande esperienza in materia), mostra che fin dall'inizio erano presenti finalità scientifiche. Ciò risulta inoltre ulteriormente avvalorato dal fatto che tra gli altri Enti che, in modo diverso, hanno fornito contributi a quest'opera vi è anche il Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto per le Scienze Marine - ISMAR (già Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse - ISDGM) di Venezia.

Si è visto quindi che la *Carta geomorfologica* comprende tra le sue finalità quelle scientifiche. Non si limita però a queste, in quanto vi sono anche gli aspetti culturali e quelli di adempimento a compiti di legge.

Vediamo ora le finalità culturali. È far cultura, infatti, contribuire alla diffusione delle conoscenze, e sicuramente il progetto in questione si presta egregiamente a questo. Basti solo pensare agli aspetti archeologici che il progetto ha decisamente sviluppato, portando nuovi e importanti contributi in tale disciplina, pur se ci si è volutamente limitati a trattare i soli dati editi in quanto, in questo caso, la diffusione delle conoscenze prima che vi siano delle misure di salvaguardia potrebbe essere negativa. Testimonianza di questo interesse culturale (ma non solo, come vedre-

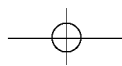
mo) è la collaborazione al progetto della Soprintendenza ai Beni Archeologici del Veneto e di NAUSICAA (Nucleo Archeologia Umida Subacquea Italia Centro Alto Adriatico).

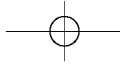
Inoltre, il cartografare gli antichi percorsi fluviali con le relative rettifiche o deviazioni d'alveo identificate, documentate e talvolta datate, i sistemi di antiche dune testimonianti linee di costa più arretrate dell'attuale, le vaste plaghe lagunari e paludose esistenti in un non lontano passato e altro ancora, sta a indicare una volta di più i tanti e vasti aspetti culturali che la carta in questione racchiude.

Pur tuttavia, si deve rilevare che il Progetto è stato promosso dalla Provincia di Venezia, ente che notoriamente non ha finalità scientifiche (come invece Università e CNR), ma che eventualmente utilizza il frutto di tali ricerche per conseguire scopi di buon governo della popolazione, del territorio e dell'ambiente amministrati. La sua azione tecnico-amministrativa persegue cioè, necessariamente, prima l'adempimento dei propri compiti d'istituto (e si rimanda quindi a quanto scritto sugli aspetti normativi) e solo quando la scientificità è unita a finalità proprie può attivare ogni forma di sinergia tra i due citati aspetti. Ciò vale anche per il Magistrato alle Acque e per la Soprintendenza per i Beni Archeologici del Veneto (con NAUSICAA) in relazione sempre ai rispettivi compiti d'istituto.

Esaminiamo quindi ora gli aspetti applicativi che una ricerca come questa più o meno espresamente sottende.

Uno studio geomorfologico, che in un certo qual senso fotografa la realtà territoriale attuale sia mostrandone l'evoluzione passata sia fornendo elementi per comprendere le dinamiche che comporteranno cambiamenti territoriali significativi anche rispetto alle attività dell'uomo, è eminentemente applicativo. A esso potranno rifarsi, più o meno direttamente, le indagini e i progetti sulle difese delle coste (con tutti i riflessi sulla balnearità e sul turismo), sulla localizzazione e progettazione di darsene e porticcioli, oltre che per le tematiche relative alla portualità





e navigazione (con particolare riferimento alle lagune) e molti altri casi ancora. A ciò vanno aggiunte le applicazioni previste espressamente dalla normativa vigente, poi specificata.

Gli esempi applicativi di una carta geomorfologica, e di quella del territorio provinciale di Venezia in particolare, sono molteplici e possono facilmente riferirsi alla normativa vigente, come già indicato nel paragrafo 1.II.2. È però il caso di far presente, per quanto concerne quella di Venezia, che essa è pubblicata in scala 1:50.000 in forma tradizionale cartacea (anche se è facilmente aggiornabile stante la sua informatizzazione di base), ma è stata anche fornita in un CD rom in scala 1:20.000. Va da sé che la scala 1:50.000 è quella più adatta a rappresentare la realtà dell'intera provincia, o di larga parte del suo territorio, mentre la scala 1:20.000 può avere concrete applicazioni anche a livello comunale e intercomunale ed essere anche un buon punto di riferimento per molti progetti di dettaglio.

Con lo stesso criterio indicato nel quadro legislativo (vedi paragrafo 1.II.2 in questo volume) vengono ora sinteticamente indicate le applicazioni della carta geomorfologica espressamente previste dalla normativa statale o regionale veneta.

a) Pianificazione territoriale: carte geomorfologiche devono essere obbligatoriamente a supporto dei Piani Regolatori Generali dei Comuni - PRGC - del Veneto e, per analogia, degli strumenti urbanistici superiori (Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento - PTPC; Piano Territoriale Regionale di Coordinamento - PTRC) e dei Piani Generali di Bonifica e di Tutela del Territorio Rurale - PGBTTR - dei Consorzi di bonifica del Veneto.

b) Difesa del suolo: anche se non espressamente indicata, è ovvio che la conoscenza della situazione geomorfologica è tra quelle di base per la redazione del Piano di bacino e dei Piani per l'Assetto Idrogeologico (PAI) delle Autorità di bacino (nazionali, interregionali e regionali); è invece espressamente indicato dalla normativa nazionale che le Regioni devono conoscere i

parametri geomorfologici per l'individuazione e la perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico.

c) Tutela e Valorizzazione dell'Ambiente: in numerosi casi di Valutazione d'Impatto Ambientale (VIA) contemplati dalla normativa nazionale o regionale veneta è implicita l'acquisizione della conoscenza della locale situazione geomorfologica.

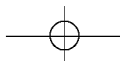
d) Prevenzione delle calamità (protezione civile): la legislazione del Veneto, discendente da quella nazionale, prevede espressamente la realizzazione di cartografia geomorfologica a livello sia provinciale che comunale, stante la sua notevole importanza nella pianificazione di quanto necessario per eliminare o mitigare i rischi. Ad esempio, nel campo del rischio idraulico non si può prescindere dalla conoscenza dell'altimetria, che concorre a individuare i percorsi delle masse d'acqua fluitanti dalle grandi rotte e le aree nelle quali la lama d'acqua persisterà più a lungo.

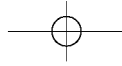
e) Tutela e valorizzazione delle risorse energetiche: nell'ambito delle risorse energetiche possono essere considerate le risorse geotermiche per i cui permessi di ricerca in terraferma la carta geomorfologica è espressamente indicata come necessaria.

f) Valorizzazione dei beni culturali: è evidente che molti dei cosiddetti "geositi", appartenenti alla categoria prevista dalla normativa nazionale delle "singolarità geologiche", sono individuabili attraverso analisi geomorfologiche, tanto che è stato coniato dalla comunità scientifica anche il nome di "geomorfositi".

g) Viabilità e opere pubbliche: nei progetti di fattibilità, principalmente, la conoscenza della situazione geomorfologica è essenziale, anche se non espressamente prevista dalla normativa vigente.

h) Organizzazione dello smaltimento dei rifiuti a livello provinciale: la cartografia geomorfologica è tra quelle che, ancorché non espressamente contemplate, dovrebbero essere contenute negli strumenti di analisi preliminari e progettuali.



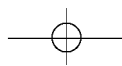


i) Attività estrattiva: nel Veneto il progetto di coltivazione di una cava deve necessariamente riportare le caratteristiche geomorfologiche locali; per le migliori fondiarie tale conoscenza non viene richiesta, mentre a nostro parere dovrebbe pure essere compresa tra gli elaborati progettuali. Ciò vale, a maggior ragione, nella pianificazione regionale e provinciale. Infatti, il recentissimo "Piano regionale attività di cava (Prac)", adottato dalla Giunta Regionale con deliberazione 23.10.2003, n. 3121, ha specificatamente utilizzato la carta geomorfologica anche per l'analisi delle risorse a livello regionale.

Al di là, però, di quanto previsto dalla legislazione vigente in modo diretto o indiretto, la conoscenza della situazione geomorfologica è sicuramente utile in altri campi, quali l'idrogeologia (per lo studio della falda freatica); la difesa costiera (per la problematica delle opere a mare, delle infrastrutture turistiche, balneari e simili), la ricerca archeologica (ad esempio nel nostro territorio i dossi fluviali sono strutture geomorfologiche sovente associate a ritrovamenti archeologici, in quanto spesso rappresentano terreni sopraelevati rispetto a quelli paludosi o lagunari circostanti, e quindi più adatti a insediamenti o per percorsi viari); e la biodiversità (quest'ultimo aspetto, poco noto ma che va acquistando una sempre maggior importanza nella sensibilità

della popolazione, è descritto nella scheda: "La geomorfologia e le ricerche sulla biodiversità nel settore orientale del territorio provinciale veneziano" di M. ZANETTI).

Infine, va sottolineato il fatto che la *Carta geomorfologica* tratta anche delle Lagune di Venezia e di Caorle e Bibione. Qui gli aspetti scientifici e culturali predominano, ma non mancano anche quelli applicativi. Il Magistrato alle Acque di Venezia, ad esempio, si occupa dei fenomeni erosivi che interessano la Laguna di Venezia e mette in atto, per il tramite del suo concessionario unico Consorzio Venezia Nuova, una serie di opere per contrastarli. Analogamente per i problemi di accumulo. La conoscenza della situazione geomorfologica delle varie parti lagunari ha un sicuro interesse in quest'ambito. Infine la Provincia di Venezia si è già occupata in passato di geomorfologia lagunare; nel contesto del *Piano per la gestione delle risorse alieutiche delle lagune della provincia di Venezia* (2000), ha pubblicato la carta della *Morfologia lagunare* e la carta della *Evoluzione della morfologia della laguna di Venezia negli ultimi 20 anni*, entrambe desunte da studi del Magistrato alle Acque di Venezia col Consorzio Venezia Nuova - Servizio Informativo, dimostrando che anche nel contesto della pesca la conoscenza dei parametri geomorfologici è di tutta rilevanza.



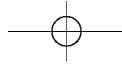


Fig. 1.5. Il bosco Zacchi: tipico esempio di querceto relitto insediato su dossi alluvionali argillosi.

LA GEOMORFOLOGIA E LE RICERCHE SULLA BIODIVERSITÀ  
NEL SETTORE ORIENTALE DEL TERRITORIO PROVINCIALE  
VENEZIANO

di Michele Zanetti

*Premessa*

I territori litoranei, lagunari e di bassa pianura alluvionale che costituiscono la provincia di Venezia presentano il livello di antropizzazione in assoluto più elevato, con riferimento al contesto regionale del Veneto. La loro natura perennemente dinamica, in termini idrogeologici e geomorfologici, non ha infatti impedito che insediamenti, infrastrutture e trasformazioni ecologiche interessassero ogni loro ambito, determinandone sconvolgimenti profondi e, assai spesso, irreversibili. Il fenomeno della trasformazione dell'ambiente nella fascia geografica costiera e di bassa pianura inizia nel Neolitico, con la grande rivoluzione economico-culturale dell'agricoltura e con la conseguente adozione di forme d'insediamento stabile; lo stesso fenomeno si protrae per oltre quattro millenni e, lungi dal potersi considerare concluso, continua anche attualmente a determinare situazioni d'ambiente nuove e difformi dai modelli originari o da quelli potenziali. In tale contesto assume pertanto un interesse particolarmente elevato l'indagine naturalistica, intesa come attività di ricerca volta a documentare le residue vestigia dell'originaria naturalità e, contestualmente, a monitorare e descrivere le nuove situazioni dell'ambiente, le loro tendenze evolutive, la loro dotazione biotica e la relativa ecologia.

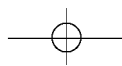
Si tratta, com'è facile intuire, di un settore di ricerca che in termini tematici si prospetta ampio, articolato e pressoché inesauribile, anche in ragione della perenne evoluzione del rapporto uomo-ambiente, sotto l'impulso delle nuove tendenze economiche, dell'insediamento e delle strategie di relazione. In questo stesso contesto, dunque, assume specifico interesse l'aspetto relativo alla verifica della biodiversità.

La stessa biodiversità presenta infatti una valenza scientifica determinante nella valutazione dello stato di conservazione di un ambiente o di un'area geografica, con riflessi potenzialmente immediati su qualsiasi scelta di carattere tecnico, amministrativo o politico che riguardi la destinazione d'uso e la gestione di quel contesto specifico. Si potrebbe altrimenti affermare che il monitoraggio permanente della biodiversità costituisce l'adempimento preliminare al governo dell'ambiente e del territorio genericamente intesi,

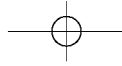


potendo indirizzare le strategie del rapporto uomo-ambiente secondo elementi e parametri di tipo effettivamente scientifico.

Per comprendere efficacemente il significato e l'interesse tecnico-scientifico del parametro biodiversità, va precisato che esso rappresenta non solo l'inventario delle specie viventi (fungine, vegetali e animali) presenti in un determinato ambiente o contesto territoriale, ma implica bensì un'analisi qualitativa e delle tendenze evolutive in atto, che va assai oltre al dato meramente quantitativo. Esso consente, come tale, di valutare efficacemente l'effettivo interesse ecologico e naturalistico della biocenosi, con le relative potenzialità economiche e didattiche. Un esempio banale in proposito considera che un prato degradato di periferia, con la sua ventina di specie floristiche di ti-







po ruderales, infestante, nitrofilo e di ampia diffusione, presenti la stessa biodiversità di una prateria salmastra di barena lagunare; almeno in termini strettamente qualitativi. Nel secondo caso però la fitocenosi presenta caratteri di peculiarità di straordinario interesse, con un corollario di parametri fisiologici ed ecologici, di localizzazione geografica e ambientale delle specie, che si spinge fino a comprendere elementi endemici, come ad esempio *Salicornia veneta*, o elementi ad areale disgiunto di grande interesse fitostorico, come *Spartina maritima*. Ne consegue che il dato biodiversità, nel secondo caso offre elementi di valutazione del tutto difforni dal primo e orienta le scelte di gestione dell'ambiente o del biotopo in termini assolutamente diversi.

#### *Le ricerche sulla biodiversità territoriale*

Le ricerche sulla biodiversità nell'ambiente litoraneo, lagunare e di bassa pianura umanizzata, costituiscono pertanto un'esperienza di grande interesse affatto nuova, anche e soprattutto per i risultati che, lungi dall'essere scontati, riservano spesso sorprese entusiasmanti e, in particolar modo, documentano un'inedita particolarità di orientamento in termini finalmente razionali e scientificamente corretti delle scelte di governo del territorio. Si tratta peraltro di un contesto geografico di ricerca troppo a lungo ignorato o sottovalutato, proprio a causa dell'elevato livello delle modificazioni ambientali prodotte o indotte dall'uomo, che spingevano a ritenere scarsamente rilevante la biodiversità della pianura umanizzata, oltre che per la comprensibile propensione della ricerca ufficiale a investire le proprie risorse a favore di situazioni di maggiore integrità e interesse naturalistico.

La ricerca relativa al territorio provinciale di Venezia e, in misura sistematica, alla Pianura Veneta Orientale, è stata attivata da circa due decenni, con mezzi e risorse offerte dal volontariato naturalistico e grazie a queste stesse e al sostegno economico successivamente ottenuto dall'istituzione Provincia, continua ancora oggi con impegno immutato. Il riferimento particolare va in questo caso all'attività dell'Associazione Naturalistica Sandonatese, che non deve essere considerata la sola esperienza (vedi ad esempio l'attività di ricerca e di monitoraggio faunistico dell'Associazione Faunisti Veneti), ma che è tuttavia la sola che consente di effettuare sistematici rilievi riguardanti la biodiversità considerata in tutte le sue componenti; o almeno in alcune delle componenti

considerate più significative (funghi, flora superiore, fauna a macro invertebrati, fauna superiore).

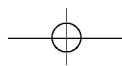
Le ricerche, condotte in termini episodici dai primi anni '80, hanno assunto un carattere di sistematica regolarità dall'inizio degli anni '90 e nel 1999 hanno prodotto il primo documento, grazie all'istituzione dell'Osservatorio Florofaunistico Veneto-orientale e alla pubblicazione del primo quaderno di dati, con il titolo: *Flora e fauna della Pianura Veneta Orientale. Osservazioni di campagna 1998*. Le quattro edizioni della stessa pubblicazione, seguite alla prima, hanno quindi documentato le osservazioni e i rilievi relativi agli anni 1999, 2000, 2001 e 2002, offrendo una mole di dati di notevolissimo interesse e tali da comporre un quadro della biodiversità territoriale assolutamente inedito; migliaia di dati nuovi che hanno portato a ricerche d'approfondimento e da modificare in termini sostanziali la biogeografia della stessa bassa pianura umanizzata.

#### *Gli strumenti e i metodi della ricerca*

Strumenti e metodi della ricerca hanno peraltro costituito un ulteriore elemento d'interesse e al tempo stesso di novità; gli stessi strumenti, anzi, sono risultati determinanti per conferire alla ricerca quei caratteri di sistematicità e di efficacia rivelatisi indispensabili per un'indagine rivolta a un ambiente estremamente frammentato e complesso com'è appunto l'ambiente umanizzato. La ricerca floristica e la stessa ricerca faunistica, infatti, non possono prescindere da alcuna situazione, ancorché di dimensioni infinitesimali; sono proprio queste stesse, anzi, a costituire gli ambiti in cui si rinvergono di frequente i giacimenti in assoluto più interessanti, ovvero la diversità biotica più elevata.

Basti per tutti un esempio: il ruscello di risorgiva delle dimensioni di una scolina, nascosto tra incolti di periferia o tra lembi di campagna urbanizzata e perciò tale da sfuggire alle attenzioni del ricercatore, opportunamente individuato mediante una cartografia adeguata e classificato nella sua natura idrogeologica sulla base delle connessioni idrauliche, può riservare sorprese significative, come ad esempio, specie sopravvissute al degrado idrico ormai generalizzato, fitocenosi in via d'estinzione e una zoocenosi parimenti ricca.

Ecco allora che se le regole auree del ricercatore naturalista sono rappresentate dall'esercizio di una inesauribile curiosità e dal non dare mai nulla per scontato o acquisito, trascurando situazioni o ambien-



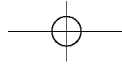


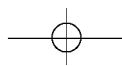
Fig. 1.6. Vegetazione palustre con giaggiolo acquatico (*Iris pseudacorus*) ed erba scopina (*Hottonia palustris*) in scolina della bonifica Loncon.

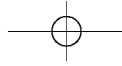


ti d'interesse apparentemente limitato o nullo, gli strumenti tecnici e culturali indispensabili sono rappresentati da una buona dotazione cartografica e da un'adeguata capacità di lettura e interpretazione degli stessi documenti cartografici. La cartografia tematica, in particolare, può rivelarsi determinante in questi casi: idrografia, geologia e soprattutto geomorfologia costituiscono infatti i presupposti fisici degli ecosistemi e delle biocenosi territoriali; in altre parole il "supporto" statico e dinamico delle forme viventi e delle relative aggregazioni spontanee.

Con riferimento specifico al metodo adottato per la lettura della normale cartografia tecnica in termini idrogeologici e geomorfologici, va sottolineata l'attenzione particolare rivolta alla rete idrografica territoriale, alle sue connessioni e quindi alla natura idrogeologica dei vari "sistemi fluviali" che caratterizzano il territorio in oggetto, nonché alle modifiche subite da questi stessi in epoca storica. Di notevole importanza ed efficacia si è rivelata una lettura in chiave pro-

priamente geomorfologica volta a individuare le cosiddette *mutere*, ovvero i dossi di origine alluvionale in cui risultava insediata la foresta mesofila; a localizzare, per contro, gli antichi avvallamenti palustri, in cui spesso sono tuttora localizzati i cosiddetti *palù*, ovvero le aree agrarie prive di insediamento e caratterizzate da falda affiorante e da frequente ristagno di acque di superficie; e ancora, il rilevato dei paleoalvei, gli apparati di dune fossili, gli antichi fondali lagunarie le arginature storiche. Un lavoro preliminare di straordinario interesse, quello della lettura cartografica, che non solo consegna il territorio e la sua storia naturale al patrimonio di cultura tecnica del singolo ricercatore, ma che consente, come s'è detto, di orientare efficacemente la ricerca, di esplorare razionalmente il territorio e di scoprire, letteralmente, le vestigia della naturalità pregressa, di confermarne l'avvenuta, irreversibile estinzione o il permanere di tracce significative e meritevoli di recupero, di conservazione o di valorizzazione.





Una forma di lettura della cartografia che non si limita dunque agli elementi della geografia naturale o presunta tale, ma che si estende necessariamente alla morfologia antropica, ovvero alle forme dell'ambiente nuove, recenti o storiche e comunemente determinate dal perenne lavoro di trasformazione dell'assetto e degli equilibri ambientali ad opera dell'uomo. Ecco allora la particolare attenzione ai toponimi e tra questi ai fito-toponimi, agli zoo-toponimi, agli idronimi, ai morfo-toponimi e così via. Ne consegue una particolare attenzione a nomi di luogo come *Pradis*, *Prati Nuovi*, *Pra' di Levada*, *Prati di Pars*, *Pracurte*, *Praello*, che indicano la presenza di praterie antiche e spesso palustri, o dovute al prosciugamento delle paludi; come *Roggia del Molino*, *Roggia Versiola*, *Roggia Vidimana*, che indicano la natura sorgiva dei piccoli corsi d'acqua; come *Paluda*, *Paludetto*, *Busa Tonda*, che indicano la presenza di antichi e spesso estesissimi avvallamenti a palude dolce; toponimi come *Valle Vecchia*, *Valle Altanea*, *Vallesina*, *Valle Tagli*, *Valle Salici*, che testimoniano la progressiva esistenza di ambienti di valle salmastra, ovvero di situazioni di tipo lagunare; come *Ceggia*, l'antico *cilium*, ovvero il ciglio delle paludi, che si estendevano alla fascia costiera anticamente lagunare; come *Altino*, che indica la presenza di dossi alluvionali rialzati rispetto al livello dei territori circostanti; come *Giare*, che indica la presenza di un antico oggetto deltizio dovuto al trasporto fluviale di ghiaie sulla gronda lagunare; e ancora come *Motteroni dell'Uva*, *Motteron dei Frati*, che si riferiscono a situazioni di duna litoranea fossile, come *Gajola*, *Gaggio*, *Già di Pracurte*, che testimoniano la presenza del bosco in epoca tardomedioevale; e persino come *Biverone*, *Bevazzana*, *Beverara*, che ricordano l'antica presenza del castoro (*bevero*), lungo i fiumi e nelle lagune del territorio.

Se si considera infine che lo studio preliminare della geografia e della geomorfologia territoriale viene necessariamente coniugato con la conoscenza dei suoli e quindi dei parametri che definiscono le caratteristiche edafiche di un'area, si ha un'ulteriore conferma dell'importanza che la cartografia tematica riveste nella ricerca naturalistica di campagna.

#### *Alcuni risultati significativi*

I risultati della ricerca sulla biodiversità propria dell'ambiente di bassa pianura umanizzata, del resto, confermano l'efficacia del metodo d'indagine correlato con lo studio dei parametri e delle forme dell'ambiente e incoraggiano a proseguire lo sforzo, fina-

lizzato al conseguimento di una effettiva compatibilità tra presenza e attività umane e conservazione della stessa Biodiversità. A titolo d'esempio si possono infatti citare i dati relativi alla presenza e diffusione di alcune specie floristiche e faunistiche, la cui importanza naturalistica è dovuta all'entità oggettivamente limitata e spesso dispersa dei popolamenti attuali, oltre che alla relativa valenza in termini di indicatore ecologico. Si segnalano in particolare, tra le specie floristiche:

- Aglio angoloso (*Allium angulosum*): specie erbacea di prateria palustre rinvenuta nei residui prati umidi del Portogruarese, nella grande Bonifica di Bandoquerele-Loncon e nella Bonifica di Millepertiche, sempre in popolamenti di entità assai limitata.

- Ofride fior d'api (*Ophrys apifera*): specie erbacea legata a situazioni di prateria stabile esente da perturbazioni, rinvenuta ai margini della Pineda di Bibione e su arginature ottocentesche di canali di bonifica.

- Ibisco litorale (*Kosteletzkya pentacarpos*): specie erbacea di canneto salmastro, data per estinta in territorio veneto e ritrovata nei fragmiteti di sponda del Canale Nicesolo e del Tagliamento di foce.

- Calta (*Caltha palustris*): specie erbacea a prevalente diffusione alpina, propria di paludi sorgive; è stata rinvenuta in ambiente di sponda, lungo i fiumi di risorgiva del territorio, dal Sile al Lemene.

- Sagittaria comune (*Sagittaria sagittifolia*): specie erbacea considerata in estinzione nell'intero territorio nazionale, presente in ambienti acquatici di tipo sorgivo con acque oligotrofe; rinvenuta lungo il Sile, il Lemene e in alcune scoline del Portogruarese alimentate con acque di risorgiva.

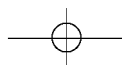
- Erba scopina (*Hottonia palustris*): specie erbacea legata ad acque pulite ferme o debolmente fluenti, ritrovata in ambiti agrari di tipo tradizionale, a forte diversificazione produttiva e irrigati da acque pulite.

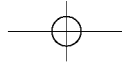
- Clematide fiammola (*Clematis flammula*): lianosa psammofila, presente in ambiente di duna aperta stabilizzata; è stata ritrovata sulle dorsali dunali di Bibione, di Cortellazzo e di Punta Sabbioni, ma anche in località Lio Mazòr, all'interno della laguna nord di Venezia: probabile indizio floristico di antica ingressione marina.

Tra le specie faunistiche:

- Apatura (*Apatura ilia*): insetto lepidottero legato ai pioppeto-saliceti delle sponde fluviali; è stato ritrovato lungo i fiumi Piave e Tagliamento, ma anche in aree agrarie del Portogruarese con caratteristiche a palù.

- Ululone a ventre giallo (*Bombina variegata*): anfibio





anuro, è specie assai rara e risulta localizzata in aree agrarie di tipo tradizionale con suoli argillosi, che favoriscono il ristagno delle acque meteoriche nei mesi primaverili. È stato ritrovato nel Portogruarese nord-occidentale.

- Lucertola campestre (*Podarcis sicula*): rettile lacertide che nel territorio veneziano risulta legato esclusivamente ad habitat di duna sabbiosa aperta; è stato ritrovato nell'isola lagunare di San Ariano e sugli argini di Valle Dogà (Venezia), a distanza di circa 10 km dall'attuale linea di costa.

- Vipera comune (*Vipera aspis*): rettile viperide, presente con esigue popolazioni relitte in ambiente di pineta e di bosaglia litoranea. È stato ritrovato presso la foce del Tagliamento (San Michele al Tagliamento), in Valle Vecchia e in Valle Altanea (Caorle).

- Testuggine di Hermann (*Testudo hermannii*): rettile testudinide, rappresenta un possibile relitto faunistico di tipo xerothermico. La sua presenza risulta localizzata ad ambienti di duna fossile con lecceta ed elementi floristici submediterranei. È stato ritrovato presso la foce del Tagliamento e nella lecceta di Vallegrande di Bibione.

- Topino (*Riparia riparia*): uccello irundinide, migratore e nidificante coloniale in cavità su scarpate sabbiose, presso le sponde fluviali. Una colonia di nidi è stata localizzata lungo il corso del basso Tagliamento.

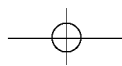
- Gruccione (*Merops apiaster*): uccello meropide, relitto faunistico dell'Era Terziaria, migratore e raro nidificante coloniale in cavità su scarpate sabbiose, in ambiente fluviale e di litorale. Piccole colonie di nidi sono state localizzate lungo le sponde del Tagliamento, presso Cesarolo e San Mauro, nel comune di San Michele al Tagliamento.

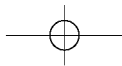
#### Conclusioni

Il dato geomorfologico, che costituisce l'elemento

determinante di interpretazione della storia naturale del territorio e delle sue trasformazioni antropiche, risulta di fondamentale importanza per comprendere i caratteri pregressi della biocenosi, la geografia storica della stessa, l'evoluzione subita al mutare delle forme dell'ambiente e lo stesso assetto relativo al presente. In questi termini, il dato naturalistico, ovvero la presenza di una certa popolazione floristica o faunistica, rappresenta una fonte di conferma di ipotesi e di rilievi dei parametri geomorfologici, ma al tempo stesso può essere desunto dalla conoscenza della stessa geomorfologia territoriale, come conseguenza di un'accurata indagine preliminare volta a orientare la ricerca. La disponibilità di nuovi e raffinati strumenti documentali, costituiti dalla cartografia tematica, può pertanto significare un impulso ulteriore alla stessa indagine naturalistica, orientandone le fasi preliminari alla ricerca sul campo secondo criteri di maggior rigore scientifico. L'aspetto di immediato vantaggio è rappresentato, in questo caso, dalla razionalizzazione delle indagini in ambiente, con conseguente contenimento dei tempi e dei costi delle stesse operazioni, ma soprattutto dalla verifica di ipotesi di notevole interesse, altrimenti ignorate o difficilmente valutate nella specifica importanza.

L'auspicio per il naturalista, ma non solo, è che l'esito conclusivo del lungo e prezioso lavoro di elaborazione della cartografia tematica che, partendo dalla natura fisico-chimica dei suoli e attraverso i caratteri idrogeologici del territorio è giunto ora alle forme dell'ambiente fisico, si concluda con la sovrapposizione degli aspetti biotici dell'ambiente territoriale alle basi cartografiche che ne documentano i caratteri abiotici. Tutto questo, ovviamente, allo scopo di disporre di moderni strumenti che, mediante tutti gli elementi cognitivi, consentano un razionale e compatibile governo delle stesse risorse territoriali.

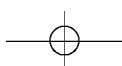
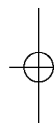
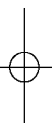


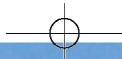


## SEZIONE 2

### *Strumenti e metodi*

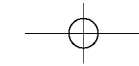
Valentina Bassan  
Barbara Bertani  
Giancarlo Biotto  
Aldino Bondesan  
Enrico Conchetto  
Francesco Ferrarese  
Alessandro Fontana  
Paola Furlanetto  
Sara Magri  
Mirco Meneghel  
Sandra Primon  
Roberto Rosselli  
Ialina Vinci





Fiume Melonetto (San Stino di Livenza).





## SEZIONE 2

## STRUMENTI E METODI

## CAPITOLO 2.I.

## LE FASI DEL PROGETTO E L'ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO

*di Aldino Bondesan*

I Progetti Doge e Leo sono stati fortemente condizionati dalla necessità della Provincia di Venezia di acquisire in tempi relativamente brevi una carta di base a fini applicativi che si fondasse prevalentemente sulla raccolta, assemblaggio e relativa omogeneizzazione dei dati già disponibili sul territorio provinciale.

La redazione della carta geomorfologica doveva perfezionare le conoscenze acquisite sfruttando nel modo migliore possibile le informazioni derivanti dalle banche dati della Provincia e gli altri dati disponibili presso Università ed Enti, ma escludendo l'avvio di nuove ricerche. Il progetto prevedeva inoltre di avvalersi di un intenso lavoro di fotointerpretazione e di una rielaborazione delle varie carte tematiche, come, ad esempio, quella del microrilievo o dei sistemi litologici, da tempo patrimonio dell'Ufficio Difesa del Suolo.

Altri dati dovevano provenire dagli studi condotti dai ricercatori del Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova, che si occupano di ambienti di pianura, e dalla cospicua serie di dati cartografici e bibliografici editi e inediti.

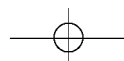
Infine, un altro centro di documentazione fondamentale era stato individuato nel Servizio Informativo del Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova, dove moltissimo materiale, sia in forma cartacea che come banca dati digitale, era consultabile e utilizzabile per la preparazione della carta.

La carta avrebbe dovuto anche contenere le informazioni archeologiche edite ritenute importanti per la definizione dell'assetto morfologico del territorio. È stata pertanto elaborata

una metodologia di lavoro articolata in diverse fasi che ha previsto la raccolta delle informazioni, la loro interpretazione e l'analisi integrata dei dati geomorfologici e archeologici. Le attività di studio e di allestimento cartografico si sono svolte prevalentemente nelle sedi della Provincia di Venezia, dell'Università di Padova e del Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova.

Uno dei punti qualificanti del lavoro era stato individuato nell'interpretazione in senso geomorfologico dei dati raccolti, sia nel loro contesto evolutivo, che nei riguardi dell'assetto geomorfologico complessivo della pianura veneta. I contenuti della carta e la legenda erano forzatamente condizionati dalla quantità e tipologia dei dati disponibili, poiché rilievi di dettaglio e controlli sul terreno sarebbero stati possibili solo in un numero limitato di casi.

Una delle finalità era comunque quella di realizzare una carta geomorfologica che conducesse a ricadute di pubblica utilità, attraverso un documento scientifico non direttamente finalizzato a interventi strettamente tecnici; si tratta di un prodotto di ricerca scientifica definita "di base", ma che, per definizione, costituisce il punto di partenza per la redazione di proposte di intervento sul territorio, e consente la realizzazione di carte destinate a usi specifici. In questo senso, si è prestata particolare cura alla realizzazione di un prodotto che presentasse facilità di lettura da parte di un'utenza con un adeguato livello di cultura generale, ma non necessariamente fosse costituito da geomorfologi. Sono state quindi compiute scelte, sia nella classificazione delle forme, sia nella loro rappresentazione cartografica, che potessero facilitare la consultazione della carta da parte degli utilizzatori appartenenti ad altri settori disciplinari che abbiano interesse per il territorio.



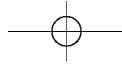


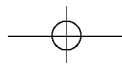
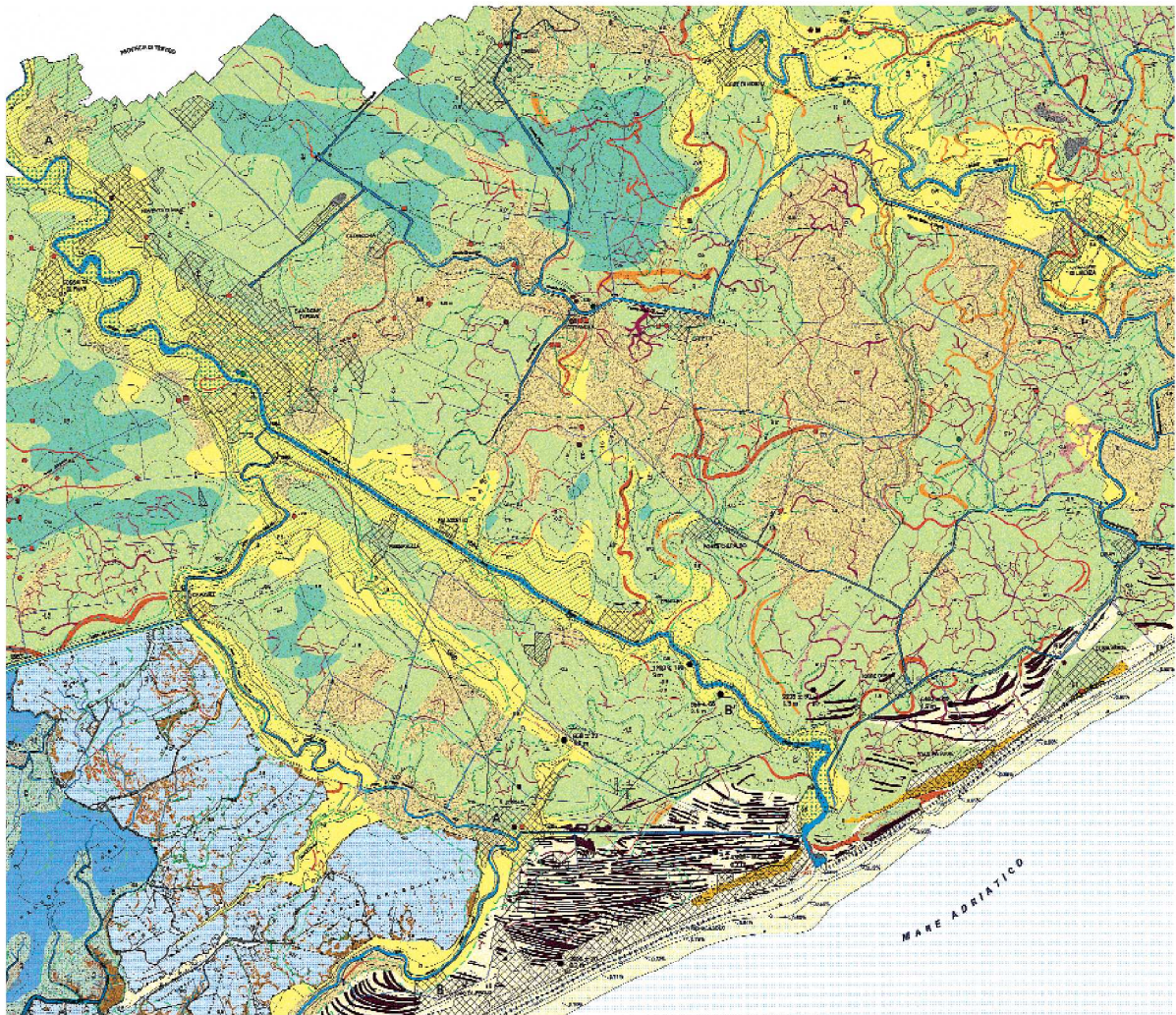
Fig. 2.1. *Carta geomorfologica dell'area del Basso Piave* alla scala originale di 1:50.000, ridotta. Saggio cartografico inedito realizzato nell'ambito del Progetto Doge.

I progetti sono stati suddivisi in due fasi principali.

I fase – La prima fase ha compreso la definizione della legenda e la verifica della stessa mediante la redazione della carta geomorfologica di un'area campione e l'informatizzazione dell'elaborato cartaceo.

Come area di saggio è stato scelto un settore del Basso Piave su un'estensione areale pari a 4 quadranti in scala 1:20.000 della CTR della Regione del Veneto (fig. 2.1). La scelta è stata giu-

ustificata dal fatto che nell'area sono rappresentati tutti gli ambienti geomorfologici presenti nella pianura ed è compresa anche una parte della laguna veneziana. Le carte relative all'area campione sono state informatizzate e riprodotte alla scala 1:50.000. Il saggio è stato quindi distribuito a vari esperti che si occupano di cartografia geomorfologica in ambito nazionale per raccogliere commenti e suggerimenti. Una proficua revisione del saggio è stata fatta anche con l'aiuto del Servizio Geologico Nazionale, ora APAT.





È stato poi creato un apposito *data base* bibliografico e cartografico che contiene circa duemila lavori di carattere geomorfologico e di temi affini, continuamente aggiornato, aventi come oggetto la provincia di Venezia.

Il fase – Completata la prima fase di elaborazione e collaudo della legenda, sulla scorta del saggio prodotto, si sono apportati diversi miglioramenti e si è proceduto quindi alla compilazione sistematica della cartografia geomorfologica dell'intera superficie provinciale con relativa informatizzazione degli elaborati cartografici. L'operazione di informatizzazione della carta è stata curata direttamente dal Servizio Informativo del Consorzio Venezia Nuova, con il contributo talora di alcuni autori.

Hanno collaborato, in tempi e con modalità diverse, una trentina fra studiosi e tecnici e, come è normale prassi nella ricerca universitaria, sono state assegnate diverse tesi di laurea allo scopo di allargare il quadro delle conoscenze geomorfologiche dei tratti più interessanti del territorio provinciale, e quindi a integrazione delle indagini condotte all'interno dei progetti Doge e Leo. Hanno interessato il territorio provinciale due tesi di dottorato in Scienze della Terra e in Uomo e Ambiente rispettivamente di F. RIZZETTO (2000) e di A. FONTANA (2002b).

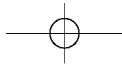
I progetti prevedevano diverse modalità di utilizzo dei dati e di redazione cartografica per la pianura (Doge) e per la laguna (Leo). In una prima fase, si sono tenuti distinti i collaboratori impiegati nei due progetti, anche se strettamente coordinati tra di loro, mentre in seguito la stesura della carta ha visto il coinvolgimento generale su tutto il territorio senza distinzioni di ambiente geomorfologico.

Il lavoro di redazione cartografica si è articolato nel tempo attraverso riunioni periodiche, spesso a cadenza settimanale, tra autori, e incontri specifici, anche limitati a pochi ricercatori, con confronti sull'attività svolta. Sono stati incentivati i contatti con altri ricercatori e altri enti per reperire ulteriori dati e per affinare le tecniche di rilevamento; il gruppo di lavoro è stato costan-

temente presente agli incontri di natura tecnica e scientifica riguardanti la provincia e la laguna di Venezia in particolare.

Nel corso dei cinque anni di effettiva attività di ricerca, parallelamente ai progetti Doge e Leo, si sono sviluppati altri progetti di ricerca realizzati con altri Enti che hanno consentito di intensificare e migliorare le indagini sul territorio provinciale. Tra questi meritano di essere ricordati i principali, vale a dire:

- 1) il *progetto CARG* relativo ai fogli Portogruaro, Venezia e Chioggia-Malamocco (Responsabile F. Toffoletto della Regione del Veneto);
- 2) la *Carta della fotointerpretazione e dei siti archeologici della provincia di Venezia tra i fiumi Livenza e Tagliamento* (BONDESAN A. *et alii*, 2002a) finanziata dal GAL Venezia Orientale (Progetto "Ricerca fisiografica antica e moderna nel comprensorio del Veneto Orientale" Leader II, sub misura 6, azione 22);
- 3) il *progetto IMAGO*, relativo alla banca dati di cartografia storica curata da P. Furlanetto e A. Bondesan e finanziata dal Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova;
- 4) il *progetto Ca' Tron*, diretto da F. Ghedini dell'Università di Padova e finanziato dalla Fondazione Cassamarca di Treviso;
- 5) il volume *Arzergrande e Vallonga*, curato da G. Rosada dell'Università di Padova e finanziato dal Comune di Arzergrande (PD) (ROSADA, 2003);
- 6) la *Carta della fotointerpretazione e dell'antica idrografia di Porto Marghera (Venezia)*, finanziata dalla Provincia di Venezia (Settore Politiche Ambientali, Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio - Ufficio Difesa del Suolo) (MAGRI, 2001; BONDESAN A. *et alii*, 2002d);
- 7) il *progetto Paleovie e logistica della comunicazione sul territorio di Iulia Concordia (XII secolo a.C. - II secolo d.C.), ricerca fisiografica, storico-archeologica e studio dei materiali* (Interreg III A Italia - Slovenia 2000-2006), coordinato da D. Gobbato del Comune di Concordia Sagittaria (VE);
- 8) il *progetto di Ricostruzione paleogeografica dell'area di Malamocco e di Alberoni* finanziato dal Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova



(direzione scientifica: L. Fozzati, Soprintendenza ai Beni Archeologici del Veneto - NAUSICAA);

9) il *Progetto Geositi* della provincia di Venezia, finanziato dall'Amministrazione provinciale e svolto dalla SIGEA (Società Italiana di Geologia Ambientale);

10) la collana "Bacini Idrografici Italiani" edita da Cierre edizioni di Verona, curata, tra gli altri, da A. Bondesan, con la pubblicazione dei volumi relativi al Sile, al Piave e al Brenta.

Terminata la fase di redazione della carta geomorfologica è seguita un'impegnativa fase di revisione e riflessione, durata circa un paio d'anni, per l'affinamento della cartografia e la preparazione delle note illustrative. In questo periodo, grazie alle possibilità offerte dall'informatizzazione, sono stati apportati continui aggiornamenti alla carta, mentre con un'assidua attività collegiale si è proceduto all'interpretazione geomorfologica della carta e alla sua descrizione riportata in questo volume.

I ricercatori coinvolti nel progetto hanno fatto un largo uso della documentazione raccolta nelle varie sedi (vedi capitolo 2.III in questo volume), rielaborando le informazioni ai fini della carta geomorfologica. Questo ha portato alla realizzazione di nuovi livelli informativi e di nuove banche dati, basti pensare al livello delle tessiture ottenuto attraverso l'esame di migliaia di trivellate e carotaggi, oppure alla banca dati delle datazioni al  $^{14}\text{C}$ , o ancora alla banca dati dei siti archeologici.

Al fine di consolidare la preparazione del gruppo di lavoro, sono stati organizzati anche incontri scientifici, sotto forma di convegni e workshop, che hanno visto una larga partecipazione di altri studiosi interessati alla tematica delle aree di pianura. Questi incontri hanno consentito di calibrare meglio le attività di ricerca e di allestimento cartografico del gruppo di lavoro.

Alcune fasi del progetto, così come alcuni dei livelli informativi realizzati, hanno richiesto maggior impegno per la loro definizione. Di questi si darà conto in maniera specifica nei capitoli che seguono.

## CAPITOLO 2.II.

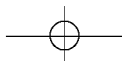
### LA LEGENDA

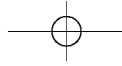
di *Mirco Meneghel*

L'allestimento della legenda ha costituito un passo fondamentale nella redazione della carta geomorfologica. I criteri ai quali ci si è ispirati e le considerazioni che sono state poste nella stesura della legenda sono stati molteplici e hanno richiesto un lavoro approfondito e meditato.

Un primo passo è stato quello di valutare quali tematismi si volevano introdurre nella carta, scelta che deriva fundamentalmente dalle informazioni che si ritiene debba veicolare una carta geomorfologica. Osservano PIACENTE *et alii* (2001, p. 401) che per un territorio «le carte (...) costituiscono spesso il primo approccio conoscitivo: obiettivo, facilmente trasmissibile, difficilmente frainteso, internazionale» e che «le sue forme rappresentano i simboli visibili, le testimonianze percepibili di questa continua evoluzione». CASTIGLIONI (1982a, p. 609) aggiunge che «le carte geomorfologiche costituiscono un tipo di carte tematiche assai utile (...) nel quadro di una politica della conoscenza del territorio» e PELLEGRINI (1991, p. 666) puntualizza che «non si tratta comunque di una semplice descrizione grafica del territorio: la carta geomorfologica fornisce gli elementi per riconoscere le cause che hanno generato le varie forme».

Da tutto ciò si evince che la carta geomorfologica, se come dice il nome è una carta tematica che descrive le forme del rilievo in rapporto alla struttura geologica, fornisce anche quante più informazioni possibili sulle relazioni che vi sono tra le varie forme, sulla loro cronologia e sulla loro dinamica. Resta comunque una carta tematica di base, utile per un impiego su un campo vasto di applicazioni. In questo senso BERNARDI (2001, p. 48) osserva che «le carte tematiche evidenziano i temi (...) ma non forniscono indicazioni dirette alla risoluzione dei problemi della realtà territoriale»; per questo vi sono carte, che definisce operative, «carte programmatiche in grado di fornire su una determinata ipotesi di





evento (...) le indicazioni, le soluzioni, per una gestione del problema in essere e, nel contempo, del territorio». Queste carte operative, o applicate, sono spesso carte derivate dalle carte di base, come osserva PELLEGRINI (1991, p. 670) quando scrive che «dalla carta geomorfologica di base (...) si possono allora ricavare carte tematiche specifiche d'immediata lettura ed utilizzazione, come le carte relative (...) alla dinamica fluviale, alla dinamica delle spiagge; o ancora più particolareggiate, come le carte dei movimenti franosi, delle valanghe, dell'erosione fluviale ecc.».

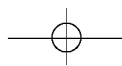
Queste considerazioni metodologiche hanno guidato una prima scelta dei tematismi da rappresentare nella carta geomorfologica, che quindi comprendevano, oltre che forme vere e proprie, anche altre informazioni utili per descrivere nel modo più completo possibile la storia evolutiva del territorio e la sua dinamica. Sono perciò presenti in carta anche simboli che non corrispondono a forme distinte, tra questi ad esempio tracce di paleoalvei prive di risalto morfologico o anche tracce di canali desunte dalla cartografia storica, per le quali non vi è un riscontro visivo sul terreno.

La legenda è stata strutturata raggruppando i simboli secondo una distinzione morfogenetica, sulla scia delle legende della maggior parte delle carte geomorfologiche presenti nella produzione scientifica nazionale e internazionale; vi sono perciò forme fluviali, litorali, eoliche, antropiche. Al momento della redazione della legenda erano stati esaminati altri criteri, quali quello cronologico o per ambienti, che tuttavia non sono risultati applicabili in modo soddisfacente, dovendosi allestire la carta sulla base di dati già raccolti e non a seguito di una ricerca da svolgersi sul terreno; questi dati non sono risultati adatti rispetto a certi tipi di classificazione delle forme e dei processi. Una deroga alla classificazione su base morfogenetica è costituita dalla distinzione dell'ambiente lagunare, che per la sua peculiare dinamica ha richiesto criteri di individuazione e distinzione delle forme del tutto particolari. Qui la tessitura dei sedimenti è stata

indicata con una classificazione diversa rispetto ai sedimenti delle aree non lagunari; infatti se classificati come questi ultimi, i sedimenti lagunari sarebbero risultati troppo omogenei, con la conseguenza di una riduzione di informazione. Inoltre diversa è la caratteristica dei dati di partenza utilizzati per l'attribuzione delle classi tessiture ai sedimenti lagunari e planiziali. Per l'area di pianura la classificazione tessiturale è stata applicata analizzando le descrizioni, prevalentemente pedologiche, tratte da trivellate, trincee e sondaggi, che hanno consentito di conoscere la composizione granulometrica dei sedimenti dal piano campagna a una profondità superiore al metro. La classificazione dei sedimenti lagunari è stata invece applicata sulla base della descrizione granulometrica (percentuale di sabbia, limo e argilla) di campioni in gran parte raccolti con bennate, che hanno raccolto soltanto la porzione più superficiale del sedimento.

Se sotto alcuni aspetti la porzione planiziale e quella lagunare della carta si presentano quasi come due carte differenti accostate, particolare attenzione è stata dedicata a eliminare questa sorta di cesura, evidenziando in alcuni casi la continuità di alcune forme tra pianura emersa e laguna, quali i dossi fluviali, in altri casi la connessione di forme e processi (sbocchi in laguna di corsi d'acqua, delta endolagunari). Questi aspetti, che non sempre sono stati presentati con il dovuto risalto e con completezza nella letteratura precedente, appaiono con evidenza nella visione sinottica offerta dalla carta.

Un vincolo che limita la scelta dei tematismi da rappresentare in carta e che ha anche conseguenze sul simbolo grafico da adottare è quello della scala. Giustamente BERNARDI (2001, p. 46) osserva che se una carta «deve svolgere la funzione di sintesi rappresentativa di una situazione e stimolare una problematica interpretativa essa deve essere redatta ad una scala "giusta" in rapporto al territorio e ai fenomeni in esso presenti. Le scelte della cartografia di base non possono quindi essere effettuate dagli amministratori e comunque fisse, ma dai cartografi e dai geografi



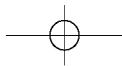
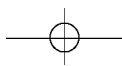
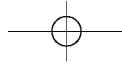


Fig. 2.2. Scorcio della valle Zignago in laguna di Caorle.

di volta in volta a seconda dei territori e dei fatti da rappresentare». La scala adottata per l'esecuzione del lavoro presente è comunque apparsa subito adeguata allo scopo fissato di fornire una esauriente visione della geomorfologia dell'intera provincia, con il vantaggio che l'informatizza-

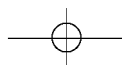
zione ha consentito una riproduzione sia alla scala di 1:20.000, sia a quella scelta per la stampa di 1:50.000. Comunque, qualunque scala si adotti, vi sono tematismi che non possono essere riprodotti nella loro reale estensione e per i quali è necessario il ricorso a simboli non in scala.





La legenda è stata compilata dopo un attento esame dei lavori precedenti e della letteratura specifica. Basi di partenza sono stati i manuali di DEMEK (1972) e di DEMEK & EMBLETON (1978). È stata poi considerata la produzione scientifica nazionale sull'argomento, in particolare i lavori

di PANIZZA (1972), CAROBENE & CATANI (1980), SPAGNA & CABRIEL (1987) e del GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA (1993). Esempi guida di carte geomorfologiche sono state quelle prodotte nell'ambito di due approfondite ricerche interuniversitarie; la prima è la "Carta geomorfologica dell'Alta Val di Pejo (Gruppo del Cevedale)" (GRUPPO NAZIONALE GEOGRAFIA FISICA E GEOMORFOLOGIA, CNR, 1986), che è stata consultata per l'aspetto metodologico; la seconda è la "Carta geomorfologica della Pianura Padana" (MURST, 1997b). Quest'ultima è una monumentale opera che costituisce una pietra miliare nello studio della geomorfologia delle pianure; per il presente lavoro ha costituito una base fondamentale sulla quale allestire la legenda adottata, anche in considerazione che il territorio veneziano è rappresentato nella carta stessa, anche se a una scala minore. Per la scelta della simbologia relativa alla porzione lagunare della carta hanno costituito un valido riferimento le pubblicazioni di BERENDSEN (1982a, 1982b, 1982c, 1982d, 1982e, 1982f), GATTO & MAROCCO (1993), OHKURA *et alii* (1989), OHKURA *et alii* (1991), OYA & KATO (1984), OYA & KOIKE (1976), OYA (1968, 1977, 1982, 1990), OYA *et alii* (1984), OYA *et alii* (1985), OYA *et alii* (1988) e OYA *et alii* (1991). Altro riferimento importante è stata la guida al rilevamento delle carte geomorfologiche alla scala di 1:50.000 del Servizio Geologico Nazionale (GRUPPO DI LAVORO PER LA CARTOGRAFIA GEOMORFOLOGICA, 1994). Non è stato tuttavia possibile adottare la simbologia di questa guida, che è stata formulata per tutto il territorio nazionale. I tematismi in essa riportati sono infatti troppo limitati rispetto a quelli riconosciuti nel territorio veneziano. Altro problema che ha portato a uno scostamento dalla legenda del Servizio Geologico Nazionale è legata all'uso dei colori che sarebbero risultati troppo uniformi nel territorio veneziano, dominato dai soli processi fluviali, litorali ed eolici. È stato preferito l'uso di una vasta gamma di colori per forme generate da uno stesso agente morfogenetico, così da poter eviden-



ziare anche distinzioni minori.

Se il criterio morfogenetico è stato quello utilizzato per strutturare la legenda, una grande attenzione è stata dedicata agli aspetti cronologici, in accordo con le raccomandazioni di CASTIGLIONI (1989a, p. 23) che ricorda che «le carte geomorfologiche mancano al loro compito se non approfondiscono l'analisi dell'evoluzione ambientale nell'Olocene e nei tempi storici (...)». La proposta (...) è che il rilevamento delle carte geomorfologiche fondamentali si indirizzi, in misura maggiore di quanto fatto finora, anche verso la rappresentazione di dati relativi alle modificazioni morfologiche avvenute nel passato recente, reperibili oltre che in tracce rimaste sul terreno, anche negli archivi, nelle vecchie carte topografiche e, per i tempi più vicini, nelle vecchie collezioni di fotografie aeree, o nelle comuni fotografie da terra». Proposta ribadita da PELLEGRINI (1991, p. 671) che suggerisce di «datare quando possibile e quindi distinguere anche cronologicamente i fenomeni geomorfologici». La datazione di forme e di eventi quali le deviazioni fluviali è stata indicata sulla base delle datazioni di sostanza organica con il  $^{14}\text{C}$ , dello studio delle fonti storiche e della meticolosa e vasta indagine condotta sulle carte storiche e su vecchie fotografie aeree. Un contributo estremamente importante per la ricostruzione dell'evoluzione del territorio è poi stata data dall'archeologia, come si può dedurre dalla pluralità di simboli relativi ai siti archeologici presente nella carta.

Un'altra categoria di informazioni date dalla carta è quella della morfodinamica. Sono state infatti riportate sulla carta informazioni relative ai processi litoranei, quali la direzione del trasporto solido lungo la costa, la tendenza di quest'ultima all'avanzamento o arretramento e la dinamica recente delle barene.

La base di riferimento della carta è data dalla Carta Tecnica Regionale edita dalla Regione del Veneto; la topografia è stata pubblicata in grigio, in modo che fosse leggibile ma non ostacolasse la lettura della simbologia tematica. Per ottenere questo scopo è stato anche effettuato un lavoro

di semplificazione della base topografica, eliminando particolari di minore importanza che ostacolavano la lettura. Per la parte lagunare, sono state trovate varie difformità con la situazione attuale, data l'elevata dinamicità di quell'ambiente; per essa sono stati perciò utilizzati rilevamenti, effettuati in epoca posteriore a quella dell'allestimento della Carta Tecnica Regionale, a cura del Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova. Questi rilievi inoltre presentavano una notevole ricchezza di dati relativi ai canali lagunari, che erano stati scandagliati con particolare accuratezza.

Una prima stesura della legenda è stata applicata a una carta di saggio, un foglio alla scala 1:50.000 centrato sul Basso Piave e che comprendeva la porzione nord-orientale della laguna di Venezia. La redazione del foglio di saggio ha consentito un accurato collaudo delle scelte e delle impostazioni adottate, anche perché sono stati richiesti una sua valutazione e suggerimenti da parte dei maggiori esperti nazionali di cartografia per aree di pianura e litorali. Sulla base dei consigli e pareri ricevuti sono state introdotte alcune modifiche per l'allestimento della cartografia completa.

## CAPITOLO 2. III.

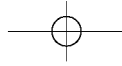
### LE BANCHE DATI DISPONIBILI

*di Aldino Bondesan, Enrico Conchetto, Sara Magri e Ialina Vinci*

#### 2. III. 1. GLI ARCHIVI DELLA PROVINCIA DI VENEZIA (di E. Conchetto)

##### 2. III. 1. a. *Introduzione*

Negli ultimi anni, le Province hanno acquisito molteplici competenze, derivanti da precisi obblighi istituzionali o da deleghe regionali, che vanno dalle materie urbanistiche e pianificatorie



a quelle di tutela e valorizzazione dell'ambiente, dalla difesa del suolo e delle risorse idriche alla prevenzione delle calamità naturali e degli incidenti connessi alle attività antropiche.

L'espletamento di queste funzioni si attua attraverso un'approfondita conoscenza delle caratteristiche geologiche e delle componenti fisico-ambientali del territorio; conoscenze che supportano le scelte durante la pianificazione ambientale, la tutela e la valorizzazione delle georisorse, il controllo e la vigilanza nonché l'attività istruttoria dei vari settori dell'Amministrazione.

Il processo di conoscenza richiede l'acquisizione di una grande mole di informazioni, assai differenziate, sullo stato di un territorio che muta nel tempo; la necessità che i dati siano comprensibili territorialmente, rapidamente fruibili, nonché spazialmente incrociabili e correlabili, determina la scelta dell'Ufficio Difesa del Suolo della Provincia di Venezia di operare con strumenti in grado di gestire banche dati e cartografie informatizzate affinché ai dati alfanumerici sia sempre associata l'informazione geografica e viceversa.

2. III. 1. b. *Le banche dati informatizzate e georeferenziate*

Le banche dati, create e implementate con impegno pluridecennale della Provincia di Venezia, riguardano i sondaggi geognostici, le osservazioni pedologiche, l'idrogeologia, le cave e le migliori fondiarie.

2. III. 1. b. (i) *La banca dati delle prove geognostiche*

L'archivio informatizzato, gestito in ambiente GIS, contiene, attualmente, una popolazione di oltre 5000 osservazioni geognostiche (dirette e indirette) su sedimenti sciolti, distinte nelle classi elencate nella tab. 1.

Nella banca dati, oltre 4000 osservazioni, delle circa 5000 presenti, si riferiscono a sondaggi diretti, collegati, mediante un modulo applicativo integrato, a una stratigrafia informatizzata. Il recente acquisto di un software, che utilizza la banca dati geognostica parallelamente al GIS, consente la rappresentazione semiautomatica di

Tab. 1. Classificazione delle osservazioni geognostiche.

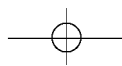
Codice	Tipo di osservazione
POZZO	sondaggio per pozzo
PPD	prova penetrometrica dinamica
PPS	prova penetrometrica statica
PROF	trincea esplorativa
SDIR	sondaggio a carotaggio continuo
SEV	sondaggio elettrico verticale
SISM	prospezione sismica
SOND	sondaggio a distruzione di nucleo
TRIV	sondaggio con trivella manuale o con trivella a motore elicoidale a piccola profondità (fino a 5-7 m)

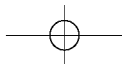
sezioni stratigrafiche.

La procedura di informatizzazione di ciascuna stratigrafia prevede la preliminare ubicazione e numerazione del sito, la successiva immissione in banca dati degli attributi a carattere generale, quindi la descrizione strato per strato della successione stratigrafica e infine la collocazione dell'originale nell'archivio cartaceo.

La riproduzione delle informazioni stratigrafiche può essere effettuata direttamente da GIS, tramite selezioni spaziali o *query* sugli attributi, ottenendo copia fedele all'originale, uniformata nello stile per tutte le stratigrafie della banca dati.

La descrizione della stratigrafia avviene in duplice maniera: compilando un campo testo, che riporta esattamente quanto scritto nell'originale, e per mezzo di un campo numerico che riporta il codice dello strato, definito seguendo criteri di codifica litologica che tengono in considerazione il valore ponderale dei vari litotipi presenti nello strato. Il campo *codice strato* è stato creato per automatizzare successive elaborazioni o interrogazioni della banca dati al fine di ottenere informazioni sulla distribuzione areale dei sedimenti, come pure sulla loro presenza, per classi di profondità. In particolare il codice che descrive la litologia dello strato è costituito da un numero di 4 cifre, come evidenziato in tab. 2:





- la prima indica il litotipo prevalente;
- la seconda indica il valore ponderale del termine prevalente rispetto agli altri litotipi eventualmente presenti;
- la terza e la quarta indicano gli eventuali litotipi presenti in proporzioni inferiori al primo termine.

La banca dati contiene anche un campo attendibilità (utile durante le fasi di interpretazione dei dati) che esprime un giudizio sintetico sull'attendibilità della stratigrafia sia in termini di qualità dei contenuti che di accuratezza dell'ubicazione. L'attribuzione del valore di attendibilità si basa su quattro classi (1=indeterminata; 2=insufficiente; 3=sufficiente; 4=buona) definite da una valutazione qualitativa e complessiva dei seguenti parametri:

*Parametri per la classificazione dell'attendibilità*

1. FONTE
  - Nota e qualificata
  - Non qualificata
  - Ignota
2. REDAZIONE STRATIGRAFIA
  - Assistenza di cantiere fornita da geologo o da altro tecnico qualificato
  - Assistenza di cantiere fornita da tecnico non qualificato
  - Assistenza di cantiere assente o ignota
3. FINALITÀ DELLA RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA
  - Scopo di ricerca
  - Scopo progettuale e/o geotecnico e/o geologico-applicativo

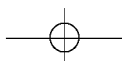
- Pozzo
- Altro
- 4. MODALITÀ DI ACQUISIZIONE
  - Profilo o sezione
  - Carotaggio continuo con carotiere
  - Carotaggio continuo con trivella elicoidale
  - Perforazione a distruzione di nucleo
- 5. DETTAGLIO NELLA DESCRIZIONE STRATIGRAFICA
  - Grado di dettaglio
  - Presenza di frazioni granulometriche minori
  - Abbondanza informazioni accessorie
- 6. UBICAZIONE DEL SONDAGGIO
  - Scala cartografica
  - Tipo di rappresentazione cartografica (carta muta, base semplificata, mappa catastale ecc.)

2. III. 1. b. (ii) *La banca dati pedologica*

L'esigenza di una banca dati pedologica nasce da un preciso dettato normativo regionale, la DGRV 3733/92 (PRRA) che, nell'allegato D *Norme per lo spargimento dei liquami provenienti da allevamenti zootecnici*, prevede la redazione della "cartografia relativa all'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici". Il rilevamento pedologico di base, effettuato secondo i metodi definiti dalla DGRV 615/96, ha portato alla raccolta di numerosissimi dati sul suolo; in particolare, il territorio provinciale risulta coperto attualmente da circa 450 profili di suolo, realizzati in trincea a circa 1-1,5 m di profondità, con riconoscimento e descrizione degli orizzonti pedologici presenti (ogni profilo è corredato dalle

Tab. 2. Codici numerici utilizzati per la descrizione delle tessiture.

Cifra 1	Cifra 2	Cifra 3	Cifra 4	Esempi:
1 = argilla	4 = 100%	0 = assenza del secondo termine	0 = assenza del terzo termine	argilla = 1400
2 = limo	3 = 85 % - 100%	1 = argilla	1 = argilla	argilla deb. limosa = 1320
3 = sabbia	2 = da 75 - 85 %	2 = limo	2 = limo	argilla sabbiosa = 1230
4 = ghiaia	1 = da 50 - 75 %	3 = sabbia	3 = sabbia	argilla con sabbia - molto sabbiosa = 1130
5 = ciottoli	0 = 50 %	4 = ghiaia	4 = ghiaia	argilla e sabbia = 1030
6 = torba		5 = ciottoli	5 = ciottoli	argilla limoso sabbiosa = 1023
		6 = torba	6 = torba	





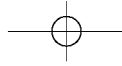


Fig. 2.3. La frangia endolagunare a barene. Sullo sfondo la pianura veneta e il bastione costituito dai rilievi prealpini e alpini.

relative analisi per orizzonte pedogenetico e dalla documentazione fotografica), e da oltre 7000 trivellate a 1,2 m di profondità, realizzate con trivella manuale, con riconoscimento e descrizione degli orizzonti pedologici attraversati.

Tutte le osservazioni pedologiche, informatizzate mediante un *database* relazionale sviluppato dall'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo di Firenze, sono state successivamente georeferenziate in ambiente GIS.

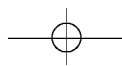
Il *database* è costituito da sei tabelle, di cui "Siti" è quella primaria e alla quale sono correlate, attraverso delle relazioni *uno a molti* che legano i campi chiave primaria, le tabelle "Orizzonti" e "Analisi routinarie"; ciascuna osservazione pedologica è univocamente definita da tre informazioni: *codice-rilevamento* (lotto di appartenenza); *tipo-osservazione* (trivellata o profilo); *numero-osservazione* (numero progressivo per ciascun tipo di

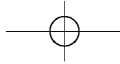
osservazione all'interno del lotto di rilevamento).

Il collegamento fra le singole osservazioni presenti nel *database* e la piattaforma GIS viene garantito dall'applicativo *Origine dati ODBC* (*Open Database Connectivity*) che consente di accedere alle informazioni dai diversi sistemi di gestione delle banche dati.

#### 2. III. 1. b. (iii) *La banca dati dei pozzi*

La banca dati idrogeologica è il risultato di un censimento dei pozzi, presenti in provincia di Venezia, avviato agli inizi degli anni '90 e terminato nel 1999. L'indagine è stata realizzata per lotti successivi e con modalità differenti in funzione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area. Mentre la maggior parte del Portogruarese, l'alto Sandonatese e il Miranese sono stati oggetto di una ricerca "porta a porta" (giustificata dalle elevate potenzialità degli acquiferi), il rima-





nente territorio provinciale è stato oggetto di un censimento basato per lo più su autodenunce (D.M. 275/93) e su denunce di approvvigionamento idrico autonomo. Il sopralluogo ha fornito l'occasione di verificare i dati relativi al proprietario, all'indirizzo, alla data di terebrazione, alla profondità, al diametro e di misurare i seguenti parametri: portata di esercizio, portata massima, pressione, temperatura, conducibilità elettrica, ferro, ammoniaca.

L'indagine ha portato all'informatizzazione di oltre 3200 punti di prelievo da falde sotterranee e dei relativi attributi riferiti sia ai dati anagrafici sia alle caratteristiche fisiche dei pozzi sia ai parametri chimico-fisici delle acque rilevati durante il censimento.

L'elaborazione dei dati ha consentito, successivamente, una ricostruzione della distribuzione delle risorse idriche sotterranee e delle loro caratteristiche qualitative e quantitative, premessa indispensabile per un bilancio idrogeologico degli acquiferi e per una corretta politica di gestione delle acque. Infatti lo studio ha permesso anche di individuare alcune aree a eccessivo sfruttamento, particolarmente indiziate per la manifestazione di fenomeni legati alla depressurizzazione delle falde, alla subsidenza e all'arretramento delle linee di costa. Infine sono state perimetrate le aree caratterizzate dalla presenza di risorsa idropotabile e idrotermale.

Questo lavoro, ad ampio respiro, è stato anche la premessa di un approfondimento della caratterizzazione idrogeologica degli acquiferi del Portogruarese, studiati nel dettaglio mediante una specifica collaborazione con il Consorzio di Bonifica Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento (*Indagine sulle acque sotterranee del Portogruarese* - Consorzio di Bonifica Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento, Provincia di Venezia Ufficio Difesa del Suolo. GAL "Venezia Orientale" - Portogruaro, Piano di Azione Locale "Innovazione della Venezia Orientale" Submisura 6 - Azione 25. Padova, 2001).

#### 2. III. 1. b. (iv) *La banca dati delle cave*

Questa banca dati riassume il risultato di un

censimento, realizzato nel 1993 (poi mantenuto aggiornato) attraverso raccolta di dati storici, interpretazione, aerofotogrammetria e verifica in sito, e si basa su una attenta e accurata perimetrazione di tutti i siti oggetto di attività estrattiva di inerti. La banca dati contiene le seguenti informazioni: denominazione del sito, profondità massima dello scavo, materiale estratto, presenza di falda libera, stato amministrativo (estinta, dimessa, abbandonata, attiva), presenza di vincoli territoriali (PTP, PALAV, SIC, ZPS), tipo di recupero.

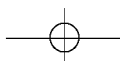
#### 2. III. 1. b. (v) *La banca dati delle migliori fondiari*

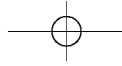
L'archivio informatizzato delle migliori fondiari è di supporto alle attività istituzionali dell'Ufficio Difesa del Suolo della Provincia di Venezia, pertanto contiene tutte le informazioni di carattere tecnico-amministrativo (autorizzazioni, provvedimenti, superfici e volumi autorizzati, materiali coinvolti ecc.) necessarie all'espletamento delle funzioni dell'Amministrazione.

La soluzione adottata per la realizzazione dell'archivio informatizzato è il *geodatabase* che, strutturato come un *data base* relazionale (in cui la tabella primaria "Migliorie" è relazionata alle tabelle "Verifiche", "Autorizzazioni" e "Provvedimenti"), contiene anche, in forma tabellare, tutte le informazioni geografiche e geometriche di ciascun elemento spaziale. Il vantaggio di lavorare con un *geodatabase* è che tutte le informazioni relative alla *feature class* sono contenute in un unico file gestibile sia in ambiente GIS sia dall'esterno, agendo nel database; pertanto, l'immissione dei dati, le selezioni, le interrogazioni e i *reports* possono essere realizzati indistintamente dai due diversi ambienti.

#### 2. III. 1. c. *Le cartografie tematiche*

Il continuo aggiornamento e l'implementazione delle banche dati descritte sono il filo conduttore di molte attività istituzionali dell'Ufficio Difesa del Suolo della Provincia di Venezia, che, utilizzandone ed elaborandone i dati, ha potuto realizzare numerose cartografie tematiche derivate, per tutto il territorio provin-





ciale o per parte di esso, utili come supporto alle decisioni anche per altri Settori della Provincia stessa. Segue un elenco di alcuni degli elaborati prodotti, disponibili presso gli uffici della Provincia: microrilievo, unità geomorfologiche, litologia, sistemi litologici, permeabilità, vulnerabilità della falda freatica, carta dei suoli, stato di decarbonatazione dei suoli, zonazione geotecnica preliminare del sottosuolo, penalità ai fini edificatori, intensità di sfruttamento delle risorse idriche sotterranee, rischio idraulico ecc.

## 2. III. 2. GLI ARCHIVI DEL DIPARTIMENTO DI GEOGRAFIA (di A. Bondesan)

Ai fini della realizzazione della Carta Geomorfologica erano disponibili presso il Dipartimento di Geografia "G. Morandini" sia materiale documentario edito e inedito proveniente dalle ricerche passate e in corso sulla pianura padana e veneto-friulana e sia una struttura provvista di laboratori e biblioteca in grado di supportare in vario modo il progetto durante tutte le sue fasi.

### 2. III. 2. a. *La biblioteca*

La biblioteca è specializzata nel campo della geografia umana, della geografia fisica e della geomorfologia. Si è arricchita nel tempo di altre discipline, presenti a titolo di appoggio metodologico quali la geologia, geologia applicata, idraulica, statistica, archeologia, demografia, informatica, economia, scienze politiche, sociologia ecc. Tale patrimonio bibliografico e cartografico deriva dalle continue acquisizioni, realizzate fin da quando sono stati costituiti gli Istituti di Geografia e Geografia fisica; ciò spiega la completezza della serie di importanti periodici e collane. Si sono aggiunte nel tempo la "biblioteca Arrigo Lorenzi", la "biblioteca Morandini", parte della "miscellanea De Marchi"; da ricordare la serie di "Annali Idrologici". Il patrimonio di volumi si aggira sulle 65.000 unità, periodici compresi. Le riviste cessate sono circa 520; in corso 282

di cui 80 in cambio con le pubblicazioni del Dipartimento. L'incremento annuo è di circa 2700 titoli di pregio. Negli ultimi anni sono stati acquistati anche gli archivi informatici di *Geography* e di *Georef* che consentono la ricerca di titoli su una banca dati di alcuni milioni di pubblicazioni, mentre la consultazione degli archivi SBN (Servizio Bibliotecario Nazionale) e di altri cataloghi on-line (per esempio *Jstor*) ha consentito di recuperare una grande quantità di pubblicazioni scientifiche inerenti il progetto. Le miscellanee personali degli autori hanno inoltre ulteriormente ampliato la selezione e l'acquisizione dei titoli.

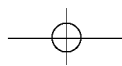
### 2. III. 2. b. *La cartoteca e l'aerofototeca*

La natura delle ricerche e l'indirizzo specifico degli studiosi afferenti al Dipartimento hanno portato alla costituzione, nel corso dei decenni, di una imponente Cartoteca, con relativo Archivio Storico delle tavolette IGM, delle Carte Tecniche Regionali e delle carte nautiche dell'Ufficio Idrografico della Marina. Alla collezione topografica si aggiungono inoltre i cataloghi della cartografia tematica attraverso i quali sono stati possibili ulteriori approfondimenti relativi alla geomorfologia della provincia di Venezia.

Alcune migliaia di foto aeree, molte delle quali relative alla pianura veneta, hanno consentito di acquisire ulteriore materiale ai fini della fotointerpretazione.

### 2. III. 2. c. *I dati da ricerche editi e inediti, le tesi di laurea e di dottorato*

Molti dei dati inseriti nella carta geomorfologica provengono dalle ricerche condotte dai ricercatori afferenti al Dipartimento di Geografia e dai materiali inediti disponibili. Tra questi molte decine di datazioni al <sup>14</sup>C, centinaia di carotaggi, trivellate e profili di suolo, osservazioni condotte sul terreno e cartografie tematiche; molto del materiale era inedito al momento della sua trasposizione nella carta geomorfologica, mentre altre ricerche sono state condotte paral-



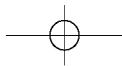


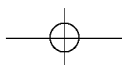
Fig. 2.4. Antico dosso fluviale del Piave entrante in laguna a valle di Caposile.

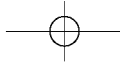
lealmente alla preparazione della carta, facendo confluire anche i nuovi risultati nell'apparato cartografico.

Sono stati utili durante la prima fase anche gli elaborati relativi alla *Carta geomorfologica della Pianura Padana* (MURST, 1997b).

Sono state consultate alcune decine di tesi di

laurea concluse negli anni precedenti l'avvio del progetto e aventi come argomento aspetti geografici della provincia di Venezia, mentre, finalizzate ai Progetti Doge e Leo, sono state assegnate quattordici tesi di laurea che hanno avuto come relatori alcuni degli autori della Carta geomorfologica. Inoltre, parte dei dati provenienti da





due tesi di dottorato (FONTANA, 2002b; RIZZETTO, 2000) è confluita nella carta.

2. III. 3. LE BANCHE DATI DEL SERVIZIO INFORMATIVO

(di S. Magri)

2. III. 3. a. *Introduzione*

La funzione del Servizio Informativo (SIN) del Consorzio Venezia Nuova (CVN) è quella di realizzare un quadro conoscitivo generale dell'ecosistema a supporto del risanamento e della gestione della Laguna di Venezia.

In questo contesto diventa essenziale l'unità, se non della conoscenza, quantomeno del complesso di informazioni che la generano; a tal fine occorre rendere consultabile il patrimonio informativo esistente, occorre cioè ordinare le informazioni territoriali con precisi criteri. I dati da ordinare oltre che essere in grandissimo numero provengono da enti diversi, da discipline scientifiche diverse e sono stati prodotti in luoghi e tempi diversi. I modi di ordinare i dati (le strutture dei *data base*) sono innumerevoli.

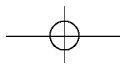
I criteri di ordinamento adottati dal SIN perseguono:

- l'ordine fisico dei documenti (Biblioteche);
- l'ordine geografico dei dati (banca dati o GIS);
- l'ordine funzionale dei dati, finalizzato alla soluzione di specifici problemi (sistemi di supporto).

I risultati fin qui raggiunti dal Servizio Informativo possono essere così sintetizzati: è stata costituita una raccolta ordinata di documenti (libri, mappe, nastri, audiovisivi) attinenti l'ecosistema, raggiungendo l'obiettivo istituzionale che si prefiggeva di raccogliere e conservare in una unica sede il vastissimo patrimonio di conoscenze tecniche, scientifiche, storiche ecc., riguardanti il problema di Venezia e della sua laguna.

È stata informatizzata, insieme ai principali parametri descrittivi del territorio, la complessa e stratificata geografia dell'ecosistema che rimane a disposizione (come GIS di base – ovvero sistema informatizzato di gestione e analisi delle rappresentazioni delle componenti territoriali) per le future applicazioni.

La struttura informatica del Servizio Informativo è stata, inoltre, integrata alla struttu-



ra informatica costituita presso il CED (Centro Elaborazione Dati) del Magistrato alle Acque di Venezia; da esso è, infine, possibile connettersi al Centro Sperimentale di Voltabarozzo (PD), al Laboratorio di analisi chimiche di Venezia e al Genio Civile Opere Marittime di Venezia.

### 2. III. 3. b. *Le Banche Dati*

Nelle Banche Dati sono memorizzati dati di misura (fisici, chimici, socioeconomici) generati dagli studi e dati geografici provenienti dalla cartografia, che si traducono in elementi grafici: punti, linee, aree.

Nella Banca Dati si combinano quindi i dati di misura (alfanumerici) e i dati grafici (vettoriali) in una struttura logica comprensibile fatta di dati e programmi, usualmente denominata GIS (*Geographic Information System*) o Sistema Informativo Territoriale (SIT).

Il caricamento e la consultazione dei dati è reso possibile da due programmi principali: *Microstation* e *Geomedia Professional*, basati su una logica a oggetti.

In tal modo la base dei dati risulta completamente accessibile e risulta nel contempo integrata nello stesso spazio geografico (Gauss-Boaga, fuso est).

Per esigenze amministrative, tecniche e organizzative il lavoro del Servizio Informativo si è articolato fin dalle sue origini in "sezioni di lavoro" ovvero in unità di lavoro singolarmente riconoscibili e associabili.

Le sezioni di lavoro si articolano in una o più fasi successive di lavorazione e di sviluppo, tra loro congruenti e complementari. Vengono indicate sinteticamente le varie fasi attraverso cui ogni sezione viene sviluppata: il reperimento e l'acquisizione dei dati presso la fonte; l'analisi e la preparazione dei dati acquisiti per il loro successivo trattamento informatico; il caricamento delle informazioni nel data base con la definizione degli attributi necessari a istituire il collegamento tra ambiente grafico e ambiente alfanumerico, inclusa l'eventuale modellizzazione matematica necessaria e, infine, la realizzazione

di programmi di editing, plottaggi e stampa. Ogni singola sezione, così strutturata, non rappresenta quindi la conclusione di un'attività fine a se stessa; anzi, dal momento in cui entra, in tal modo, nello schema logico-funzionale della banca dati costituisce una delle componenti operative attraverso cui si realizza il Sistema Informativo Territoriale del Progetto Venezia.

Tutte queste fasi, in modo più o meno rigoroso, hanno caratterizzato e caratterizzano le banche dati di datata o più recente istituzione.

Di seguito vengono esposti gli elementi caratterizzanti delle banche dati utilizzate per la realizzazione della carta geomorfologica.

### 2. III. 3. b. (i) *L'archivio BIB*

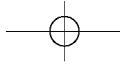
L'archivio informatizzato BIB include 1004 pubblicazioni di carattere prevalentemente scientifico che riguardano i tematismi elencati nella seguente tabella, indicante anche la rispettiva quantità (vedi tab. 3).

Alle pubblicazioni di interesse si può accedere direttamente per mezzo di una maschera dove si possono compilare uno o tutti i "campo testo" presenti che sono: autore, titolo, fonte, tema, collocazione e data di pubblicazione. Le pubblicazioni si trovano nella biblioteca interna al Servizio Informativo stesso.

Per i Progetti Doge e Leo sono state essenziali

Tab. 3. Pubblicazioni nell'Archivio BIB.

Tematismo	N° pubblicazioni
SIT	303
Idraulica, moto ondoso	195
GIS	90
Morfologia	69
Socioeconomia	55
Geologia	53
Bio-ecologia	33
Ecologia, ecosistema, inquinamento	31
Conterminazione	24
Modellistica	17
Idrologia	8
Altro	126



le pubblicazioni che trattavano i seguenti argomenti: le deviazioni fluviali compiute dalla Repubblica di Venezia che specificavano l'anno dell'evento (conterminazione e idraulica); trattati sulla classificazione delle barene (morfologia) e articoli che contenevano radiodatazioni al carbonio e dati sul "caranto" (geologia).

Queste pubblicazioni sono state particolarmente utili grazie alla loro attualità, dal momento che la maggior parte sono state edite tra il 1995 e il 2000.

#### 2. III. 3. b. (ii) *L'archivio Immagini*

Questa banca dati, costituita da carte storiche (Von Zach 1801-1805, Denaix 1809-1811, De Bernardi 1843-44, Mav 1897-1901) e da foto aeree, è stata pubblicata utilizzando le proprietà dei *plug-in* di Explorer. La sua consultazione avviene su diversi livelli distinguibili per data e per area e dal generale al particolare. Nella *home page* sono presenti due fotopiani: uno del bacino scolante comprendente anche la laguna, l'altro di Mestre e Porto Marghera.

Per il primo ci sono le riprese aeree del:

- 1955: 34 foto, ripresa IGM, scala 1:13.800, panoramiche;
  - 1984 e 1986 eseguite dalla Campagna Generale Riprese aerea-Parma, scala 1:5000;
  - 1987: 415 foto, volo REGVEN, scala 1:18.000-1:20.000, a colori;
  - 1988: 93 foto, volo CVN, a colori;
  - 1990: 326 foto, volo REGVEN, scala 1:18.000-1:20.000, a colori;
  - 1996: 181 foto, volo CVN, scala 1:30.000, a colori;
  - 1997: 125 foto, volo CVN, scala 1:28.000 - 1:30.000, a colori;
  - 1998: 83 foto, volo CVN, scala 1:30.000, a colori;
  - 1999: 118 foto, volo CVN, scala 1:30.000, a colori;
- per il secondo le riprese del:
- 1995: 36 foto, volo CVN, scala 1:28.000-1:30.000, a colori;
  - 1996: 35 foto, volo CVN, scala 1:28.000-1:30.000, a colori;
  - 1997, 1998 e 1999, voli CVN, scala 1:28.000-1:30.000, a colori.

Associato a ciascun fotopiano c'è il rispettivo quadro d'unione del volo, del quale si può vedere, con diversi ingrandimenti, ogni singolo fotogramma, selezionandolo direttamente a monitor. Inoltre per ciascuna zona selezionata si possono consultare le rispettive carte storiche.

Questo archivio informatizzato e quello delle foto aeree della Provincia di Venezia sono stati utili per identificare: alcune tracce di corso fluviale estinto a livello della pianura, tracce di antichi canali lagunari, i laghi di meandro abbandonato, i cordoni litoranei, le probabili strutture antiche e le strade romane.

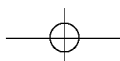
#### 2. III. 3. b. (iii) *La banca dati: conterminazione lagunare*

Questa sezione di lavoro relativo alla banca dati "Conterminazione Lagunare" ha previsto tre stralci: il primo tratta dell'acquisizione della linea di conterminazione lagunare nello spazio geografico della banca dati del Servizio Informativo mediante l'individuazione della posizione dei cippi in coordinate Gauss-Boaga e di quegli aggiornamenti che nel tempo avevano portato all'assetto dell'attuale conterminazione.

Nell'ambito del secondo stralcio "Progetto per la sistemazione dei cippi" è stata raccolta e ordinata parte della documentazione esistente presso il Magistrato alle Acque sulla conterminazione lagunare precedente alla modificazione apportata dal Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del febbraio 1990.

A seguito di tale decreto, che modificava in più punti il vecchio tracciato di conterminazione, e in relazione al precario stato di conservazione dei cippi esistenti, nacque l'esigenza di predisporre un progetto di sistemazione definitiva dei cippi mediante un duplice intervento: da un lato dovevano venire restaurati i manufatti esistenti lungo il vecchio tracciato che si trovavano in un pesante stato di degrado e dall'altro dovevano essere installati nuovi cippi di segnalazione nelle nuove parti modificate del tracciato.

Il progetto comprendeva varie fasi di lavoro. Innanzitutto sono state eseguite ricognizioni sul



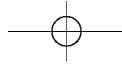
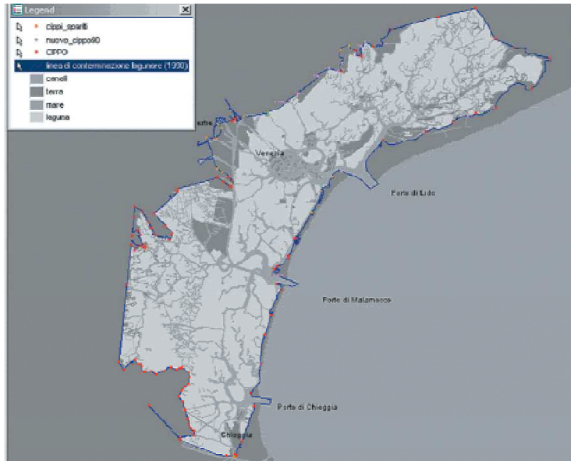


Fig. 2.5. Schermata della banca dati della conterminazione lagunare con relativa legenda dei tematismi utilizzati.



territorio per l'individuazione del sito originario di collocazione per i vecchi cippi, la verifica della loro esistenza o meno, l'analisi di base della collocazione, delle condizioni di conservazione, nonché delle possibilità di accesso. Analoga ricognizione è stata eseguita per il riconoscimento e l'esame dei siti di collocazione dei nuovi cippi, che erano stati preventivamente individuati sulla documentazione cartografica a disposizione del Servizio Informativo. Si è proceduto poi al progetto dei rilievi topografici necessari per la restituzione, su mappa in scala 1:5000, dei siti e delle aree di pertinenza di ogni cippo da restaurare o di nuova collocazione, nonché alla definizione delle operazioni per ottenere le coordinate geografiche (Gauss-Boaga fuso est) con l'approssimazione migliore e comunque con errore non superiore ai 2 m.

Nel terzo stralcio le attività hanno riguardato la verifica e la ridefinizione del tracciato della linea di conterminazione, così come approvato dal decreto del 1990. È stata predisposta una base cartografica *ad hoc*, realizzata mediante la scansione degli elementi della CTR alla scala 1:5000, opportunamente rettificati nello spazio geografico Gauss-Boaga fuso est, in modo da ottenere una fascia di circa 400-500 m di larghezza lungo l'intero sviluppo del perimetro lagunare. Su tale cartografia è stato inserito mediante digitalizza-

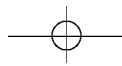
zione il tracciato attuale della linea di conterminazione. Lungo tutto il perimetro della laguna è stato eseguito il rilievo planoaltimetrico del tracciato attuale della linea secondo poligoni chiusi i cui estremi sono stati vincolati a punti IGM del I, II e III ordine escludendo quelli del IV ordine. La livellazione è stata eseguita con la precisione di 1,5 cm/km e appoggiata sui cippi di conterminazione. I risultati di tali rilievi sono poi stati restituiti sulla base cartografica descritta in precedenza. I risultati delle verifiche e dei sopralluoghi in loco, la restituzione cartografica, il rapporto finale dello studio oltre che la scrittura di un'apposita monografia hanno rappresentato la base documentaria per la richiesta da parte del Magistrato alle Acque di un decreto del Ministero dei Lavori Pubblici che sancisse la ridefinizione del tracciato della linea di conterminazione elaborata attraverso i succitati progetti.

Alla fine si è ottenuta una banca dati (fig. 2.5) contenente l'attuale conterminazione lagunare, lungo la quale sono segnati con colori diversi i cippi presenti nel 1792, i nuovi cippi messi nel 1990 e i cippi spariti. Per ciascun cippo, si possono conoscere le tecniche di restauro o di nuova esecuzione (tecniche di sottofondazione o fondazione), le modalità esecutive e dei materiali da impiegare (muratura di mattoni secondo il vecchio tipo o pietra d'Istria per il nuovo tipo), nonché la produzione di disegni, computi metrici e stime per la valutazione dei costi. Si è stata inoltre raccolta e organizzata varia documentazione storica, legislativa e fotografica.

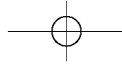
Comunque, nella carta geomorfologica della provincia di Venezia è stata inserita la sola linea che individua il perimetro della conterminazione lagunare attuale.

#### 2. III. 3. b. (iv) *La banca dati dei canali lagunari*

I canali lagunari che si trovano nella carta geomorfologica sono stati ricavati dalla banca dati realizzata nel 1984 su supporto informatico, a partire dalla CTR in scala 1:5000, che fornisce la planimetria dei canali lagunari, e dai rilievi eseguiti con l'indagine cartografica.







La banca dati "Canali lagunari" (fig. 2.6) ha previsto l'acquisizione dei confini e degli assi di tutti i canali lagunari dalla batimetria del 1970 dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque in scala 1:5000 e l'identificazione dei canali con gli attributi necessari, quali zona laguna, codice, nome, profondità massima e minima, larghezza, numerazione dei nodi, giurisdizione, uso del canale ecc.

#### 2. III. 3. b. (v) *La banca dati delle barene*

Per la realizzazione della banca dati delle barene naturali si è utilizzata la fotorestituzione informatizzata del SIN CVN del 1992 in scala 1:5000.

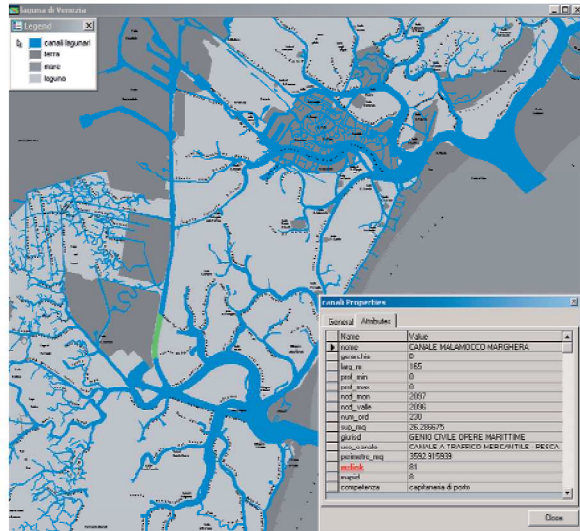
Per le barene artificiali è stata, invece, particolarmente utile l'Ortofotocarta pancromatica, realizzata dal Magistrato alle Acque di Venezia e dal Consorzio Venezia Nuova in scala 1:5000.

#### 2. III. 3. b. (vi) *La banca dati Terra/Acqua*

È la definizione geografica delle aree di terra e di acqua tratte dalla CTR in scala 1:5000 costituenti il territorio lagunare, attraverso la digitalizzazione e il successivo inserimento in banca dati della linea di demarcazione delle terre emerse dall'acqua. Nel primo stralcio la banca dati è stata costituita da 600 elementi di area tratti da oltre 100 elementi cartografici della CTR e riportati in uno spazio geografico (Gauss Boaga fuso est). Ogni area è stata legata a uno dei due attributi: terra o acqua unitamente alla misura delle superfici in ettari.

Nello stralcio successivo, riguardante l'aggiornamento della banca dati e la definizione della linea delle terre emerse, il lavoro è consistito nell'acquisizione sul sistema informatico del Servizio Informativo della linea di conterminazione tra terra e acqua della laguna di Venezia. I dati aggiornati provenivano da fonti diverse: l'ortofotocarta digitale del volo aereo dell'agosto 1996 e alcuni rilievi compiuti dopo gli interventi effettuati dal Consorzio Venezia Nuova sui litorali. Il livello grafico della banca dati Terra/Acqua andava a comprendere quindi questo importante aggiornamento della cartografia e la stessa met-

Fig. 2.6. Schermata della banca dati dei canali lagunari con elencati i rispettivi tematismi.

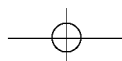


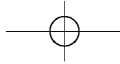
teva in grado di evidenziare le aree che si sono trasformate da acqua a terra e le aree che erano diventate zone d'acqua rispetto alla loro precedente tipologia di terra.

La così ottenuta linea che delimita la superficie marina e lagunare è stata inserita come tematismo nella carta geomorfologica.

#### 2. III. 3. b. (vii) *La banca dati: elaborazioni da Remote Sensing*

Dal 1984 a oggi il Servizio Informativo ha acquistato, per conto del Magistrato alle Acque, numerose immagini satellitari, realizzate con strumenti e metodi sempre più sofisticati. Con lo scopo di creare un archivio comprendente immagini a diverse risoluzioni geometriche e temporali, le vie intraprese dal Servizio Informativo in questi anni hanno compreso da un lato l'acquisizione di dati da satellite, caratterizzati da acquisizioni ripetute nel tempo, dall'altro l'utilizzo di sensori montati su piattaforma aerea, che forniscono il dato a un determinato istante predefinito. In questo modo l'archivio costruito con i dati telerilevati si arricchisce ogni anno di almeno 4-5 immagini satellitari "di routine", ma comprende anche dati acquisiti con i più recenti e avanzati sistemi di rilevamento, che utilizzano nuove tec-





niche di acquisizione e consentono l'impiego di nuovi strumenti di elaborazione.

Per la catalogazione delle immagini satellitari elaborate dal Servizio Informativo è stata creata una banca dati strutturata in modo da poterle visualizzare in maniera rapida e di avere le informazioni di contorno alle stesse (altezza marea, zona di rilievo, giorno e ora di rilievo).

A tal fine sono state identificate 3 fasi di lavoro ben distinte tra loro:

1) la prima ha previsto la realizzazione dell'archivio di dati telerilevati del SIN, che è oggi il più vasto esistente sulle laguna di Venezia, con oltre 90 immagini acquisite da:

- i satelliti multispettrali Landsat 5 (sensore Thematic Mapper, *pixel* di 30x30 m<sup>2</sup>) e Landsat 7 (sensore Enhanced Thematic Mapper) negli anni 1997, 1998 e 1999;

- SPOT (banda pancromatica XP, *pixel* di 10x10 m<sup>2</sup>);

- l'interferometro ERS1-SAR nel periodo 1990-2001 sulla città di Venezia e sui litorali veneti;

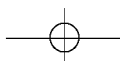
- il sensore iperspettrale MIVIS (Multispectral Infrared and Visible Imaging Spectrometer) da piattaforma aerea nel 1995 e nel 1998. In particolare sono state fatte 2 riprese alte (circa 5000 m e risoluzione a terra di circa 15 m) effettuate nella zona centrale della laguna e 3 riprese basse (circa 1500 m con risoluzione di circa 3 m) effettuate in zona Burano - Sant'Erasmus e zona Millecampi. Durante il volo svoltosi nel 1998 dalla società CGRA - Compagnia Generale Riprese Aeree di Parma, il Servizio Informativo ha acquistato 6 strisciate sul territorio lagunare che coprono parte della laguna nord e sud. Dalla stessa ripresa sono state acquisite ulteriori 5 immagini multispettrali, per la loro integrazione con le precedenti, affinché si potesse coprire circa il 60% dell'intera laguna di Venezia con immagini che consentissero notevoli potenzialità circa il rilievo di fenomeni ambientali e morfologici, altrimenti non visibili con normali sensori fotografici. L'estensione della zona acquisita con queste ulteriori 5 strisciate è stata determinata dalla necessità di correlare misure di campo

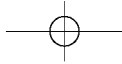
effettuate contestualmente al volo con zone rilevate dal MIVIS ma non acquisite nel precedente lavoro;

- il sensore multispettrale IKONOS che ha effettuato la copertura completa del bacino scolante in giugno/luglio 2001 attraverso due distinte acquisizioni d'immagini. La zona ricoperta con la prima fornitura dei dati comprende tutta la laguna di Venezia e una parte del bacino scolante per un totale di circa 1000 km<sup>2</sup>. La zona ricoperta nella seconda fornitura copre circa 1300 km<sup>2</sup> e, integrati con i 1000 km<sup>2</sup> della precedente, completano l'intera copertura del bacino scolante della laguna di Venezia. Il satellite IKONOS, lanciato in orbita il 24 settembre 1999, è stato il primo satellite commerciale al mondo in grado di acquisire immagini alla risoluzione geometrica di 1 m. Sono diversi i fornitori delle immagini IKONOS e differenti i prodotti che da essi si possono trarre. In questo caso le immagini sono state acquisite dal fornitore Telespazio, che garantiva la necessaria esperienza nella gestione della fornitura di immagini satellitari. La fornitura realizzata si riferisce al livello denominato GEO, ovvero un prodotto *system corrected - map oriented*, rettificato a un sistema di proiezione e a un ellissoide predefiniti. Il processo di rettificazione rimuove le distorsioni dell'immagine e le ricampiona a un'uniforme dimensione del *pixel* con specifico sistema di proiezione. Il modello GEO è stato fornito nel seguente modo: immagini multispettrali ad 1 m in formato Geotiff e proiezione UTM con Ellissoide WGS 84 su CD-ROM;

- il sensore multispettrale Quick Bird in luglio 2002 che ha effettuato la copertura della laguna centro-meridionale.

In particolare queste ultime tre innovative tecnologie di rilievo hanno consentito di incrementare la potenzialità di analisi delle sorgenti di dati per due motivi principali. Permettono, infatti, di definire a priori il periodo in cui effettuare la ripresa e la zona da rilevare: il sensore MIVIS è montato su aereo e il volo viene predeterminato; quelli satellitari IKONOS e Quick Bird vengono posizionati





opportunamente, rilevano e inviano le immagini della zona prescelta; consentono di avere immagini con risoluzioni molto alte e quindi adatte per un uso molto più estensivo del prodotto (base di confronto per cartografia tecnica alla grand-media scala ovvero da scala 1:5000 a scala 1:25.000); consentono inoltre di correlare, con opportune campagne di rilievo a terra e in acqua, i dati dei sensori con i dati dei rilievi per la classificazione semi-automatica dell'intero territorio.

2) La seconda fase è stata di elaborare tali immagini a colori pseudo-naturali e collocarle nello spazio geografico in coordinate Gauss-Boaga. Le immagini acquisite sono state poi georeferenziate sul territorio lagunare utilizzando i capisaldi fotogrammetrici del Servizio Informativo, quelli dell'IGM e le geometrie note rappresentate sulla CTR del 1997. Questo lavoro ha fornito un'ottima base per la correzione geometrica delle immagini e per la produzione di una mosaicatura delle stesse di 11x11 km<sup>2</sup>. Tale operazione, data l'enorme mole dei dati, è stata compiuta con strumenti e *software* già in dotazione al Servizio Informativo.

3) Nella terza fase l'analisi dei dati ha permesso sia di monitorare fenomeni che si evolvono nel tempo (come l'erosione delle barene, la proliferazione algale, la distribuzione del fitoplancton, la presenza di fanerogame sui fondali ecc.), sia di documentare alcune emergenze ambientali (come l'ossidazione nell'84 e nell'88 di macroalghe con produzione di idrogeno solforato). Queste elaborazioni hanno portato alla produzione di mappe tematiche fondamentali per la gestione oculata dell'ambiente lagunare.

Tra queste, quelle consultate durante l'elaborazione della carta geomorfologica sono state principalmente due.

La prima riguarda lo "studio della morfologia lagunare", con il quale si è tentato di caratterizzare l'evoluzione areale delle barene: i confronti effettuati tra immagini TM acquisite a distanza di vent'anni hanno permesso di individuare, a grandi linee, le zone di barena in arretramento e quelle in accrescimento. Va però notato che la

risoluzione geometrica del TM non può permettere la precisione necessaria per seguire l'evoluzione di queste delicate strutture morfologiche. Recentemente l'utilizzo dei dati MIVIS ha semplificato l'individuazione delle barene anche grazie al riconoscimento della vegetazione alofila che ricopre le superfici sfruttando la banda che campiona nel vicino infrarosso.

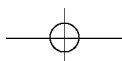
Nel dettaglio, a tale scopo, sono state selezionate un'immagine Landsat MSS dell'aprile 1975 e 8 immagini Landsat 5 (distribuite nel tempo dall'agosto 1984 al maggio 1993) caratterizzate da assenza di copertura nuvolosa, da buona trasparenza atmosferica e da assenza di anomalie sulle bande spettrali. Le immagini sono state confrontate a due a due ed è stata messa a punto una procedura per identificare le modifiche delle dorsali delle barene e delle velme in una fascia batimetrica superficiale dello spessore di 30 cm circa, valutando così le entità e le tendenze evolutive dei processi di erosione e sedimentazione del decennio.

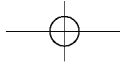
La seconda è la "mappa di uso del suolo della gronda lagunare", che è stata ricavata con procedure di riconoscimento automatico e restituita sotto forma di immagini, con sfondo in bianco e nero e classi tematiche e tipologiche in colori codificati. Da tale mappa possono essere estratte automaticamente le forme geometriche (le zone di competenza) delle classi tipologiche, usando funzioni di conversione che permettono la trasformazione da formato immagine a formato geometrico nel sistema informativo territoriale del Servizio Informativo.

In conclusione, è stata fornita una struttura in grado di poter gestire sia l'immagine originale acquisita, sia le elaborazioni effettuate, sia i dati contestuali della presa satellitare e ambientale (giorno e ora, dati di marea, localizzazione geografica della presa).

È stata, inoltre, prevista la creazione di un sistema di consultazione che permettesse all'utente di gestire e di produrre elaborati basati sulle immagini informatizzate.

Grazie alla possibilità di elaborare ogni singo-





la immagine con bande spettrali diverse si è potuto identificare in laguna un antico cordone litoraneo sommerso, che non era stato individuato attraverso la fotointerpretazione delle foto aeree a causa della torbidità dell'acqua e dei riflessi dei raggi solari.

2. III. 3. b. (viii) *La banca dati: batimetria numerica della laguna*

Questa banca dati è stata realizzata attraverso due fasi. La prima ha consentito di realizzare l'informatizzazione della batimetria lagunare, rilevata nelle campagne 1967-1970 dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque, e la sua acquisizione sul sistema per digitalizzazione della cartografia in scala 1:5000 del 1970. La sezione di lavoro ha riguardato la trasposizione in formato numerico della batimetria della laguna in scala 1:5000 dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque del 1970, traducendo in formato matematico la forma dei fondali della laguna attraverso la digitalizzazione di oltre 15.000 quote. Sono stati inoltre quotati i bordi dei canali e inserite le linee del fondo dei canali, costruendo dei files dai quali era possibile ottenere in modo automatico le varie curve di livello che descrivevano la morfometria lagunare. La modellizzazione di quanto sopra ha costituito un indispensabile e prezioso supporto informativo per tutti gli studi successivi riguardanti la morfologia lagunare; esso è stato correlato in modo congruente con la linea delle terre emerse della banca dati Terra/Acqua, già trattata. Ai fini della carta geomorfologica è stata utile per l'individuazione delle fosse di foce lagunare.

La seconda fase ha riguardato l'analisi e lo studio dell'evoluzione morfologica della laguna aperta all'espansione di marea dal 1970 al periodo di esecuzione delle attività (1990). Lo studio si è basato sul confronto batimetrico fra la Carta Tecnica Regionale del 1970 e i dati provenienti da diversi studi e rilievi eseguiti dal Consorzio Venezia Nuova.

Nel dettaglio questi studi sono stati:

- l'indagine cartografica, con la quale sono state

acquisite su ortofotocarta (realizzata su un volo dell'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque) le quote relative alle zone barenose della laguna che risultavano emerse nelle condizioni di ripresa aerofotogrammetrica;

- lo studio dei rilievi diretti sulle bocche di porto;  
- un'indagine cartografica, consistente nel rilievo diretto da natante dei fondali e dei canali non quotati.

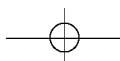
Lo studio ha comportato la realizzazione di un modello morfometrico unidimensionale delle differenze di quota su una maglia di 50 m di lato, suddiviso in 5 fasce di profondità significative (che dovevano coprire interamente la superficie della laguna aperta all'espansione di marea). Con questo modello è stato possibile procedere, per ogni fascia e per l'intera laguna, al calcolo dei volumi di sedimentazione (o riporto) e di quelli di erosione (o scavo) sulla base di circa 250.000 punti calcolati.

Sono state realizzate le mappe per ogni fascia e per l'intera laguna, ove era possibile mostrare la distribuzione dei volumi sedimentati o crosti per vari spessori. È stata successivamente eseguita un'analisi e stilato un rapporto di commento critico sull'evoluzione morfologica avvenuta, unitamente a tabelle, diagrammi e sezioni che hanno illustrato i risultati e i dati di calcolo ottenuti: il confronto morfometrico ha messo in luce le variazioni morfologiche nel ventennio denunciando una tendenza all'appiattimento della morfologia lagunare e una profonda ed estesa erosione nel bacino di Malamocco (intorno al tratto di canale San Leonardo - bocca di Malamocco).

È stata prodotta una carta delle erosioni e sedimentazioni.

2. III. 3. b. (ix) *GESOND, Sistema interattivo di supporto della gestione sondaggi*

Questa banca dati consente la consultazione dei sondaggi stratigrafici eseguiti entro la laguna di Venezia e lungo il litorale a contatto con la stessa. Essa contiene oltre 1000 sondaggi di cui è possibile conoscere informazioni relative a: ubicazione (coordinate Gauss Boaga), anno di rea-



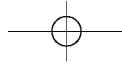


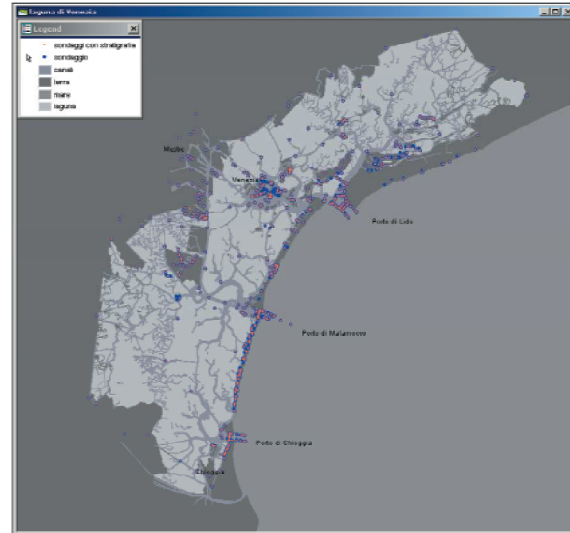
Fig. 2.7. Schermata della banca dati GESOND dove è rappresentata la distribuzione dei sondaggi.

lizzazione (lavori eseguiti dal 1970 al 1991), profondità (da 50 cm a oltre 40 m), committente e stratigrafia.

È stata realizzata attraverso varie fasi. In un primo momento è stato previsto il posizionamento in coordinate Gauss-Boaga di tutti i sondaggi eseguiti sul territorio lagunare, noti sino ad allora e riconducibili nell'arco temporale dei precedenti 15 anni, contrassegnando ogni sondaggio col numero di codice, tipologia dell'indagine, data di esecuzione, e la collocazione dei testi nella Biblioteca del Servizio Informativo (da cui poter trarre le interpretazioni e le risultanze geologiche riguardanti il sondaggio preso in considerazione).

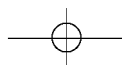
Nell'archivio sondaggi erano state fino ad allora memorizzate complessivamente oltre 700 schede di classificazione riguardanti i risultati stratigrafici dei carotaggi eseguiti sul territorio lagunare. Benché la loro distribuzione temporale ricoprisse un periodo ultratrentennale e quella spaziale interessasse tutto l'ambito lagunare il maggiore addensamento di prospezioni e analisi era associato alle attività condotte negli anni precedenti dal Consorzio Venezia Nuova sulle aree interessate dagli interventi a esso affidati (marginamenti, bocche di porto). Si decise di ampliare la conoscenza delle caratteristiche geotecniche del sottosuolo lagunare acquisendo, memorizzando e mettendoli in relazione con quelli precedenti, i dati relativi alle campagne geotecniche condotte dal Comune di Venezia su alcune aree del proprio territorio: Venezia centro storico-Giudecca, Lido di Venezia, Murano, Sant'Erasmo, Burano, Torcello, Pellestrina. Sono stati inseriti in banca dati anche i dati relativi alle più recenti campagne di indagine condotte dal Consorzio Venezia Nuova nell'ambito della progettazione delle opere alle bocche, riguardanti in particolare i rilievi alla bocca di porto di Malamocco - spalla sud.

In seguito sono stati raccolti i dati relativi ai sondaggi effettuati sui sedimenti lagunari da enti e organismi che hanno intensificato questo tipo di monitoraggio (Procurc della Repubblica, presidi multizonali, Ente Zona Industriale, ecc.).



L'obiettivo è stato quello di rendere confrontabili questi dati con quelli storici già presenti nella banca dati del Servizio Informativo e con quelli che nel corso dei successivi studi dovevano essere inseriti nel più generale progetto di monitoraggio della qualità dell'ambiente lagunare. Il lavoro è stato suddiviso in due parti distinte: la prima ha riguardato la raccolta dei dati cartacei e/o informatici e la predisposizione di un ambiente di gestione informatica dei dati provenienti dagli enti fornitori, la seconda ha previsto il caricamento dei dati sul sistema di gestione informatizzato dei sondaggi.

Inizialmente, lo scopo di utilizzo di questa banca dati era quello di ricavare la tessitura dei sedimenti della laguna; ciò non è stato possibile per vari motivi: la mancanza di uniformità nella distribuzione dei sondaggi, come si vede in fig. 2.7, dal momento che sono concentrati soprattutto alle bocche di porto e sulle principali isole; la descrizione non dettagliata dei primi 2 m della colonna stratigrafica e l'eterogeneità nella rappresentazione della stratigrafia dei sondaggi eseguita dai vari esecutori. Comunque è stata utilizzata per individuare dove e a quale profondità dal l.m.m. è ubicato il tetto del "caranto"; per integrare, dove possibile, i dati necessari per rica-



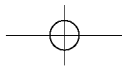


Fig. 2.8. Schermata della banca dati TRASTE con in evidenza lo zoom dell'area selezionata dove si notano i tematismi studiati.

vare la tessitura e per verificare l'esistenza di antichi canali lagunari dalla presenza di sabbia.

### 2. III. 3. b. (x) *La banca dati TRASTE: Trasformazioni Territoriali*

Per evidenziare nella carta geomorfologica la trasformazione della laguna, data dall'arretramento o dalla creazione di nuove barene (barena naturale in: equilibrio, accrescimento o erosione) è stata usata questa banca dati, con suddivisione temporale nei periodi 1810-1901, 1902-1970 e 1971-1992, che integra tra loro alcuni dei dati trattati nelle banche dati già descritte.

È costituita da una serie di carte in scala 1:25.000 realizzate su supporto informatico a partire:

1) da cartografie storiche :

- Carta del Von Zach del 1810 in scala 28.800,

- Carta MAV del 1901 in scala 1:15.000,

che si trovano nella banca dati denominata "Archivio immagini";

2) dalle CTR del 1970 e del 1992 in scala 1:5000;

3) da carte recenti, da foto aeree e da rilievi diretti

ti sul campo, come descritto nella seconda fase della banca dati "Batimetria Numerica della laguna" e nello "studio della morfologia della laguna", nella banca dati "Remote Sensing".

In generale, grazie a questa banca dati, elaborata con Geomedia Professional (fig. 2.8), si possono visualizzare i seguenti livelli:

- elementi scomparsi (1971-1992):

a. barena,

b. canale lagunare;

- elementi comparsi (1971-1992):

a. argine,

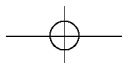
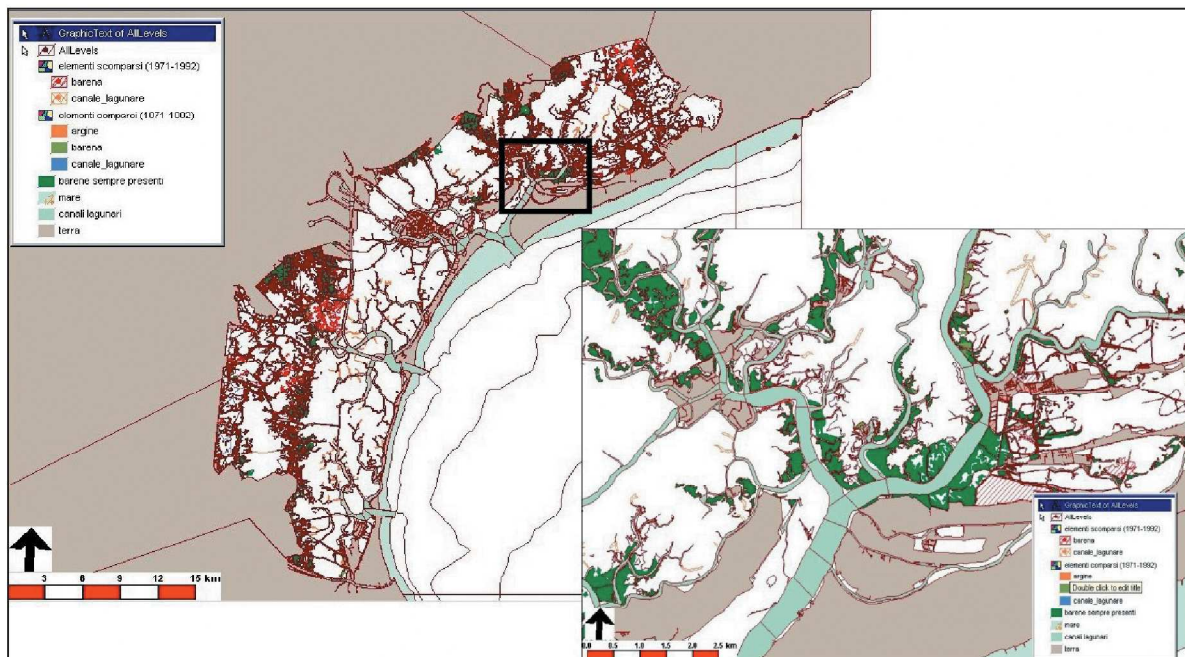
b. barena,

c. canale lagunare;

- barena sempre presente;

- canale lagunare sempre presente;

i quali possono essere attivati tutti contemporaneamente o selezionati singolarmente a seconda dello studio intrapreso.



2. III. 3. b. (xi) *IMAGO: la banca dati della cartografia storica della laguna di Venezia e della gronda lagunare*

Questa banca dati prevede una serie di attività atte a reperire, informatizzare e catalogare le cartografie storiche del bacino scolante con particolare interesse per gli aspetti idraulici e idrologici del territorio in modo che possa essere funzionale alla conoscenza e al supporto tecnico dei progetti di intervento nel territorio stesso, effettuati nell'ambito della legge speciale per Venezia. Il lavoro è strutturato in diverse fasi: innanzitutto è stata eseguita una ricerca bibliografica delle carte edite nelle pubblicazioni specializzate. Si è proceduto poi allo spoglio di tutti i fondi pertinenti l'area di ricerca presso l'Archivio di Stato di Venezia, l'Archivio di Stato di Treviso e l'Archivio di Stato di Padova. È stata in seguito elaborata una scheda informatizzata per l'inserimento dei dati particolareggiati di tipo archivistico, geografico, toponomastico, geomorfologico ecc. La scheda cartografica d'archivio prevede una serie di voci tra cui:

- i dati di identificazione, che permettono un immediato riconoscimento della carta ovvero il titolo, l'autore, la collocazione archivistica e il luogo di conservazione;
- i dati tecnici: misure, scala, dimensioni, orientamento, stato di conservazione, caratteristiche estrinseche;
- gli elementi descrittivi, ricavati dall'analisi della carta: legenda, viabilità terrestre, vegetazione, uso del suolo, toponimi, idronimi, opifici, ruderi, nuclei insediativi ecc.;
- l'immagine della carta: della carta viene acquistato un duplicato in diapositiva che è scandito ad alta risoluzione per l'archiviazione nel database e le successive elaborazioni;
- l'immagine della carta georeferenziata: si ottiene attraverso l'identificazione di un congruo numero di punti di controllo ricavati dall'esame comparato tra la carta storica e la cartografia attuale;
- i dati interpretativi: osservazioni geomorfologiche relative all'area rappresentata dalla carta sto-

rica (in forma di nota); disegno vettoriale degli elementi fluviali e delle forme rilevanti identificati nella carta;

- la bibliografia relativa alla carta storica.

La compilazione delle schede e la loro informatizzazione sono state realizzate per un totale di circa 300 carte (bacino scolante e zone limitrofe), la rasterizzazione delle immagini e il loro inserimento nel database, la georeferenziazione delle carte storiche, nonché l'interpretazione geomorfologica dell'antica idrografia in rapporto con la cartografia attuale: i percorsi fluviali rappresentati nelle carte ritenute più significative verranno riportati su carte attuali a varia scala, in formato vettoriale.

L'archivio cartografico informatizzato potrà essere utilizzato da tutti gli operatori che si occupano a vario titolo del territorio lagunare e di pianura per varie finalità: pianificazione territoriale, ricostruzioni storiche, definizione di ambiti di tutela, studi ambientali naturalistici e geologici, progettazioni infrastrutturali a varia scala.

Per la carta geomorfologica, tale banca dati è stata utilizzata per disegnare elementi come le linee di riva, le bocche di porto ora scomparse e il percorso dei canali lagunari antecedenti alle modificazioni antropiche.

2. III. 3. b. (xii) *La carta della distribuzione dei sedimenti superficiali della laguna di Venezia*

La carta, in scala 1:50.000, realizzata dal CVN per mezzo della digitalizzazione delle seguenti pubblicazioni del BARILLARI, è stata utilizzata per la tessitura della laguna:

- BARILLARI A. & ROSSO A. 1976, Prime notizie sulla distribuzione dei sedimenti superficiali del bacino settentrionale della Laguna Veneta. Mem. Biogeogr. Adriat. 9, suppl., 13-32;
- BARILLARI A., 1978, Distribuzione dei sedimenti superficiali nel bacino centrale della laguna di Venezia, Atti Ist. Veneto Sci., 136, 125-134;
- BARILLARI A., 1981, Distribuzione dei sedimenti superficiali nel bacino meridionale della laguna di Venezia, Atti Ist. Veneto Sci., 139, 87-110.

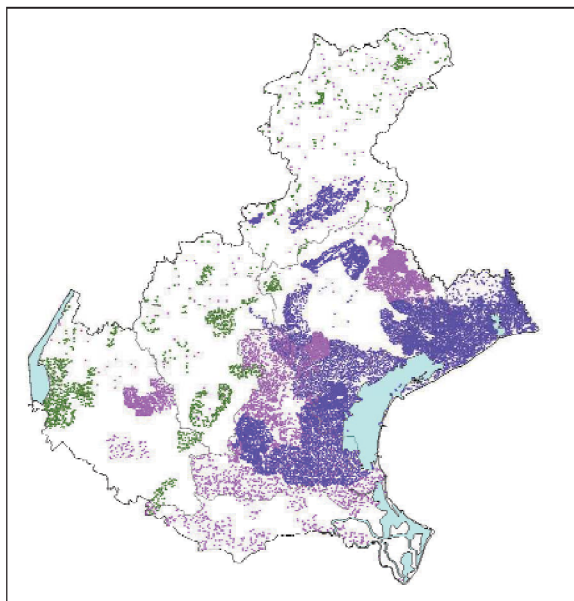
Fig. 2.9. Osservazioni inserite nella banca dati dei suoli del Veneto (novembre 2003).

## 2. III. 4. GLI ARCHIVI DELL'ARPAV (di I. Vinci)

La Giunta Regionale, con delibera n. 1888 del 01/06/99 di approvazione del Regolamento dell'ARPAV, ha istituito, presso il Centro Agroambientale dell'ARPAV (Azienda Regionale Protezione Ambiente - Veneto) di Castelfranco Veneto, l'Osservatorio Regionale Pedologico.

I compiti dell'Osservatorio comprendono:

- la standardizzazione della metodologia di descrizione dei suoli e di elaborazione delle carte pedologiche;
- l'elaborazione di documenti di riferimento sotto forma di norme tecniche e metodologiche (guida alla descrizione dei suoli, guida alla descrizione delle unità tipologiche di suolo, delle unità cartografiche ecc.);
- l'adattamento della metodologia agli scopi specifici del progetto (carte di orientamento pedologico allo spargimento di liquami, carte di attitudine alla coltivazione, carte di capacità d'uso ecc.);
- il controllo e collaudo del rilevamento pedologico e degli elaborati prodotti, per verificare l'u-



niformità di standard e metodologie;

- il supporto ad altri enti per predisporre e attuare progetti di rilevamento pedologico;
- l'aggiornamento e la gestione della banca dati dei suoli del Veneto.

Oltre a provvedere alla standardizzazione delle metodologie di rilevamento e descrizione dei suoli nei progetti condotti da altri enti, il Centro Agroambientale ha condotto in proprio diversi rilevamenti nel territorio di pianura della Regione in scala di semidettaglio (1:25.000 e 1:50.000), a partire dal 1995. Nel 2000 la Regione Veneto ha affidato al Centro la realizzazione della carta dei suoli del Veneto in scala 1:250.000, nell'ambito del progetto *Carta dei Suoli d'Italia in scala 1:250.000*, finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole e Forestali. Il progetto, di durata triennale e ora nelle fasi conclusive, è stata l'occasione per procedere all'armonizzazione degli studi precedentemente eseguiti dal Centro e da altri enti, e ha consentito la raccolta, la validazione e l'informatizzazione della notevole mole di dati disponibili nella regione.

L'Osservatorio ha, fra l'altro, il compito di ampliare, aggiornare e gestire la banca dati dei suoli del Veneto. Questa si configura come un sistema informativo geografico, che gestisce sia dati alfanumerici che geografici. Raccoglie i dati puntuali delle osservazioni pedologiche descritte nel rilevamento di campagna: le osservazioni speditive (trivellate e *minipit*) e i profili. Le osservazioni complessivamente ammontano a 21.000 (fig. 2.9), di cui 16.000 in pianura e le restanti nel territorio montano e collinare. Circa 2500 sono profili, sezioni descritte in buche scavate fino alla profondità di 1,5 m. Le restanti sono trivellate, eseguite con trivella a mano fino a 1,2 m, e *minipit*, piccole buche scavate a mano, in genere in montagna dove i suoli sono poco profondi. I caratteri descritti riguardano la stazione (uso del suolo, pendenza, aspetti superficiali, pietrosità, profondità della falda ecc.) e i singoli strati, detti orizzonti, del suolo (limiti, colori, struttura, effervescenza all'HCl, figure pedogenetiche, granulometria ecc.).



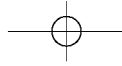


Fig. 2.10. Carte dei suoli a diverse scale realizzate nella Regione Veneto.

metria ecc.). Gli orizzonti dei profili vengono campionati e in genere analizzati presso il laboratorio del Centro, che opera in un sistema di qualità dal 1993, con accreditamento SINAL.

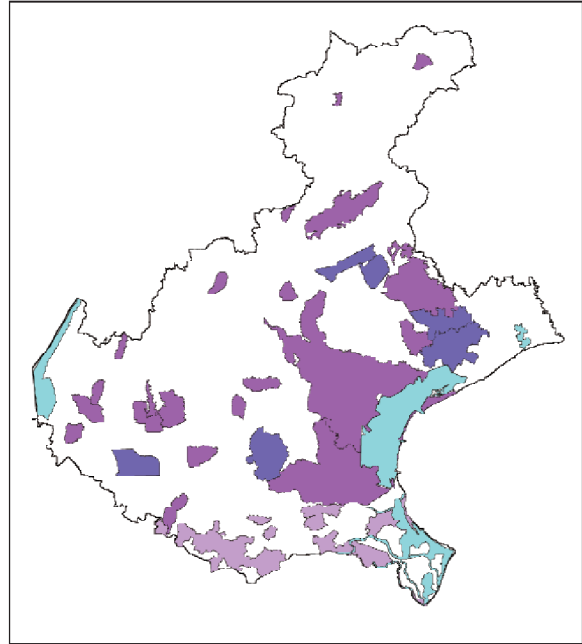
Il set standard di determinazioni analitiche comprende la tessitura, il pH in acqua, la capacità di scambio cationico, le basi di scambio, il contenuto in carbonio organico, carbonati totali e calcare attivo. In alcuni casi viene eseguita anche la determinazione della salinità, del contenuto in fosforo assimilabile, in metalli pesanti e altri parametri di volta in volta ritenuti utili.

Sono archiviate anche le foto dei profili, attualmente solo in parte in formato digitale.

Tutti i dati raccolti in campagna, comprese le analisi, sono archiviati in un *database* relazionale, gestito tramite il software MS Access. Con il progetto *Carta dei Suoli in scala 1:250.000* sono state definite a livello nazionale nuove procedure di raccolta e descrizione dei dati, che rendono necessaria la ristrutturazione della banca dati, lavoro che è attualmente in corso. Questo per consentire di gestire tutte le osservazioni in un'unica banca dati, uniformando anche le osservazioni descritte anteriormente all'entrata in vigore delle nuove procedure. È in corso anche l'integrazione dei metadati, riguardanti l'origine, la metodologia di raccolta e la qualità del dato.

I dati puntuali (fig. 2.9) e le carte dei suoli (fig. 2.10) sono georeferenziati e gestiti con il software Arc-View 3.2. Altre basi di dati in formato *raster*, utili alle elaborazioni (immagini da satellite, ortofoto, DEM ecc.), vengono gestite anche con programmi specifici (ERMMapper 6.2, Spatial Analyst, 3D Analyst).

Questa organizzazione dei dati costituisce un presupposto fondamentale per l'utilizzo delle conoscenze di base dei suoli anche in funzione della necessità, già evidenziata a livello nazionale

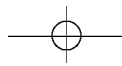


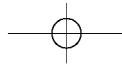
Legenda: in viola carte in scala 1:25.000; in rosa 1:50.000; in rosa chiaro 1:100.000.

ed europeo, di predisporre un sistema di monitoraggio dei suoli.

Il Sesto Programma di Azione Ambientale dell'Unione Europea e la successiva comunicazione della Commissione n. 179 del 16.04.2003 *Verso una strategia Tematica del Suolo* prevedono infatti che entro il 2004 sia emanata una Direttiva comunitaria sul monitoraggio dei suoli che costituirà una base informativa sulle condizioni del suolo in Europa.

Solamente una gestione dei dati pedologici con strumenti informatici può consentire le elaborazioni necessarie alla comprensione della variabilità spaziale dei suoli e della loro relazione con i fattori che ne influenzano l'evoluzione.





## CAPITOLO 2. IV.

**LE TESSITURE SUPERFICIALI**di *Valentina Bassan e Sandra Primon*

## 2. IV. 1. LA DEFINIZIONE DI TESSITURA E DATI UTILIZZATI

(di *V. Bassan, con il contributo di A. Fontana*)2. IV. 1. a. *La tessitura*

La tessitura del suolo si riferisce alle proporzioni relative dei vari gruppi di grandezza dei singoli granuli del suolo presenti nella massa del terreno. Essa, in particolare, tiene conto delle proporzioni di argilla, limo, sabbia e ghiaia.

Il tematismo di fondo presente nella carta geomorfologica è rappresentato dalle tessiture del terreno. La preferenza è andata a questo tipo di tematismo, piuttosto che altri altrettanto importanti come l'età dei sedimenti o l'unità geomorfologica di appartenenza, perché nel momento in cui il progetto si è configurato tale tematismo era l'unico a poter essere rappresentato in maniera uniforme su tutta la provincia alla scala di rilevamento di 1:20.000. Inoltre, il dato tessiturale in una carta geomorfologica è uno degli elementi importanti per l'identificazione e la caratterizzazione dei corpi sedimentari in quanto fornisce informazioni sull'energia dell'ambiente nel quale i sedimenti si sono depositi; a titolo di esempio, in un evento di tracimazione fluviale, sedimenti più grossolani (sabbie) si depositano nelle fasce più prossime al corso d'acqua (dove l'energia è maggiore), mentre quelli più fini (sabbie limose, limi sabbiosi, limi) si depositano via via più distanti dall'asta fluviale, fino a che, nelle zone di piana alluvionale distale, per lenta decantazione, si depositano le argille.

Più schematicamente:

- torba e argille organiche sono quasi sempre indicatrici di aree palustri (dulcicole o salmastre) in cui l'acqua stagna;
- argille in genere si riscontrano nelle aree depresse dei catini interfluviali, con decantazione lenta dei sedimenti oppure nei ricompimenti di paleoalveo e di bacini lacustri;

- limi si depositano in genere nelle aree da prossimali (limi sabbiosi) a distali (limi argillosi) di un corso d'acqua, ma si riscontrano pure in vaste aree dei bacini lagunari;

- sabbie di varia granulometria si ritrovano all'interno di paleoalvei, sulla fascia di esondazione di corsi d'acqua attuali o relitti oppure, sebbene con modalità deposizionali diverse, sulla fascia costiera come sedimenti alluvionali e deltizi rielaborati dal mare a dare spiagge e cordoni litorali o rielaborati dal vento a dare allineamenti di dune;

- ghiaie e ghiaie sabbiose sono riferibili ad ambienti con notevole trasporto trattivo; nella pianura della provincia di Venezia sono associate a depositi di antichi alvei fluviali.

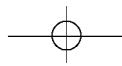
2. IV. 1. b. *I dati disponibili in terraferma*

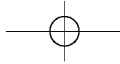
Le tessiture cartografate nella carta geomorfologica sono state individuate sulla base delle informazioni areali e puntuali tratte dai documenti, dagli archivi e dagli studi di seguito elencati.

- Cartografie varie (PRG, PGBTTR, PTP, tesi di laurea) edite e inedite tra cui, in particolare, la *Carta delle Unità Geomorfologiche del territorio provinciale di Venezia* (scala 1:20.000) di L. MINUZZO (vedi sottoparagrafo 2.III.1.c. in questo volume);
- banca dati informatizzata delle prove geognostiche (vedi sottoparagrafo 2.III.1.b.(i) in questo volume);
- banca dati pedologica della Provincia di Venezia (vedi sottoparagrafo 2.III.1.b.(ii) in questo volume) contenente profili del suolo (fino a 1,50 - 2,00 m da piano campagna) e trivellate pedologiche (fino a 1,20 m da piano campagna);
- studi a carattere geologico editi dalla Provincia di Venezia;
- materiale fotografico proveniente dagli archivi della Provincia di Venezia (vedi paragrafo 2.V.1 in questo volume).

Dopo avere esaminato il suddetto materiale si è deciso di utilizzare principalmente i dati tessiturali provenienti dalla banca dati pedologica della Provincia di Venezia per i seguenti motivi:

- uniformità di profondità d'indagine (1-2 m di





profondità da piano campagna);

- uniformità di distribuzione delle osservazioni;
- uniformità del metodo di rilevamento, in particolare della tessitura, che nel caso dei profili del suolo è stata anche valutata in laboratorio (Centro Agroambientale dell'ARPAV di Castelfranco Veneto).

Laddove vi erano dubbi o necessità di approfondimento sono stati presi in considerazione anche gli altri dati esistenti. In particolare sono state consultate le stratigrafie dei sondaggi contenuti nella banca dati delle prove geognostiche soprattutto per le zone dove erano minori le informazioni provenienti dai dati pedologici o per aree di difficile interpretazione. Questo dato, però, non è risultato di grande utilità in quanto solitamente i primi metri delle stratigrafie danno indicazioni poco attendibili visti gli scopi diversi da quelli di carattere pedologico, per i quali era stata effettuata la maggior parte dei sondaggi analizzati. Le carte tematiche di vario tipo sono state utilizzate soprattutto per le verifiche e i controlli incrociati, mentre le fotografie aeree si sono rivelate utili in particolare per la definizione di alcuni limiti tra zone a tessitura diversa (ad esempio per le aree interessate da torbe che in foto sono ben riconoscibili a causa del forte contrasto con i terreni circostanti).

#### 2. IV. 1. b. (i) *La banca dati pedologica*

La banca dati pedologica della Provincia di Venezia è stata realizzata mediante il rilevamento puntuale sul suolo delle caratteristiche pedologiche, tra cui la tessitura.

Il rilevamento è consistito nella realizzazione di trivellate manuali fino a 1,20 m di profondità dal piano campagna (trivellate pedologiche) e trincee a profondità comprese tra 1,20 e 2,00 m circa (profili del suolo) su cui è stata fatta una descrizione per ogni orizzonte del suolo (fig. 2.11).

In particolare la descrizione viene normalmente fatta sulla base di una guida al rilevamento messa a punto unitariamente a livello nazionale, utilizzando una scheda standardizzata a livello

regionale. Nei profili del suolo vengono anche normalmente prelevati campioni di terreno dai vari orizzonti sui quali sono effettuate analisi chimico-fisiche di routine (tra cui la granulometria).

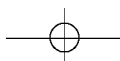
I dati che costituiscono il *database* sono stati rilevati nell'ambito dei seguenti progetti:

- *Carta dell'attitudine dei Suoli allo spargimento dei liquami zootecnici* ai sensi dell'All. D al PRRA e relativa metodica approvata con DGRV 615/96 – a cura della Provincia di Venezia;
- *Carta dei suoli del Bacino Scolante in Laguna di Venezia* – a cura del Centro Agroambientale dell'ARPAV di Castelfranco Veneto con cui la Provincia ha stipulato apposito protocollo d'intesa per la collaborazione e lo scambio dei dati;
- *Carta dei suoli dell'area a DOC del Piave in Provincia di Venezia* – a cura dell'Ente di Sviluppo Agricolo del Veneto (ora Veneto Agricoltura) con cui la Provincia ha stipulato apposito protocollo d'intesa per la collaborazione e lo scambio dei dati;
- *Carta dei suoli dell'area a DOC Lison Pramaggiore* – a cura di Veneto Agricoltura con cui la Provincia ha stipulato apposito protocollo d'intesa per la collaborazione e lo scambio dei dati;
- i dati relativi alla banca dati pedologica dell'ARPAV ricadenti in provincia di Padova, elaborati da C. LEVORATO (2002) durante il lavoro eseguito per la tesi di laurea;
- i dati relativi all'area di Ca' Tron (Provincia di Treviso) messi a disposizione dalla Fondazione Cassamarca con il Progetto Ca' Tron.

#### 2. IV. 1. b. (ii) *Le classi tessiturali*

Le classi tessiturali adottate per classificare i sedimenti nella carta geomorfologica sono quelle utilizzate nelle descrizioni pedologiche e cioè quelle dell'USDA (United States Department of Agriculture):

- argilla: diametro minore di 0.002 mm;
- limo: diametro compreso tra 0.002 mm e 0.050 mm;
- sabbia molto fine: diametro compreso tra 0.050 mm e 0.100 mm;
- sabbia fine: diametro compreso tra 0.100 mm e 0.250 mm;



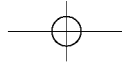
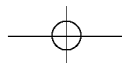
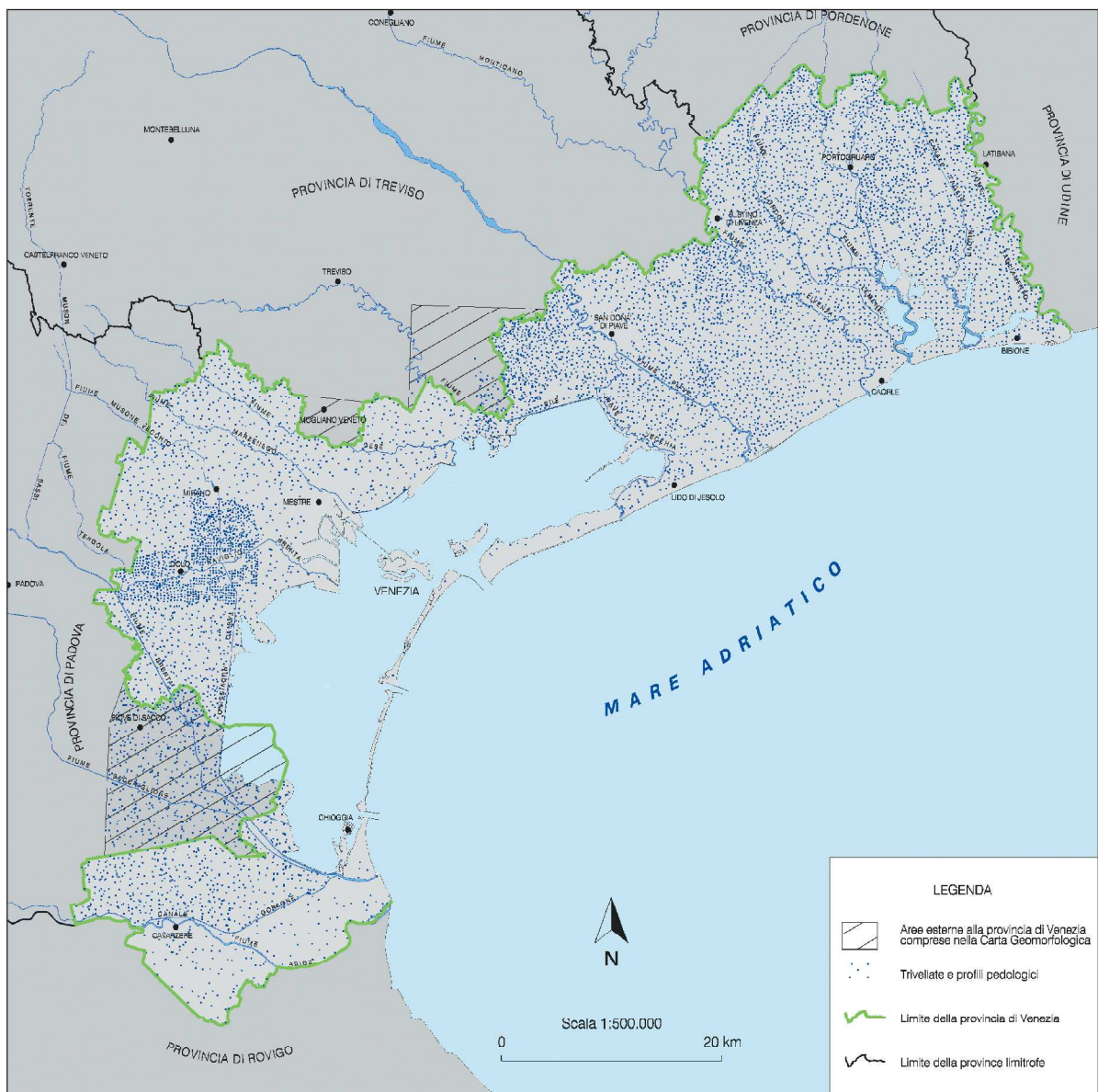


Fig. 2.11. Distribuzione delle osservazioni pedologiche utilizzate per la definizione delle tessiture in terraferma (elaborazione B. Basso, B. Bertani, S. Lorito e P. Rosctti).

- sabbia media: diametro compreso tra 0.250 mm e 0.500 mm;
- sabbia grossolana: diametro compreso tra 0.500 mm e 1.00 mm;
- sabbia molto grossolana: diametro compreso tra 1.00 mm e 2.00 mm.

In particolare si è proceduto nel seguente modo:

- eliminazione dell'orizzonte lavorato (Ap) che in genere corrisponde ai primi 40 – 50 cm;
- valutazione della classe tessiturale prevalente fino alla profondità d'indagine utilizzando il



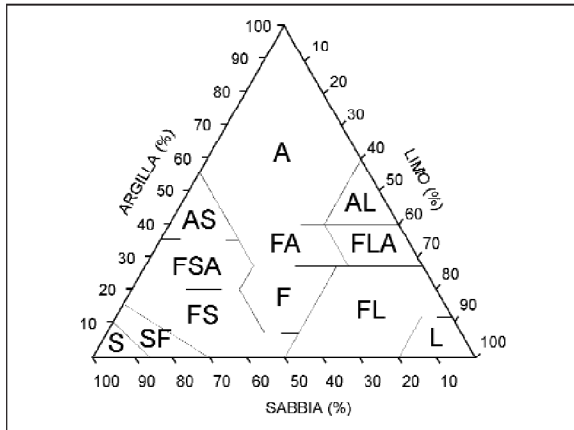
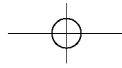
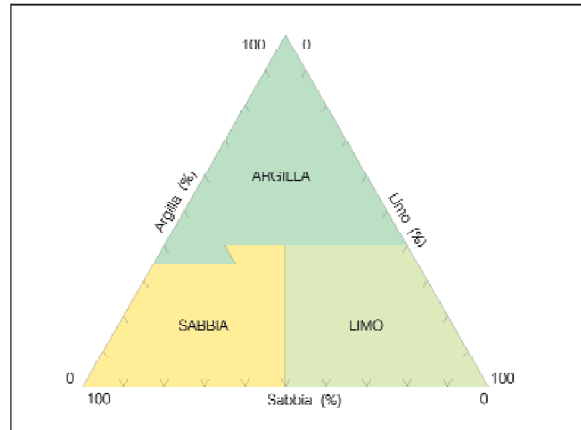


Fig. 2.12. Triangolo tessiturale utilizzato per la classificazione dei sedimenti superficiali in pianura: diagramma USDA (a sinistra) e diagramma USDA semplificato (a destra).



triangolo tessiturale USDA (classe tessiturale USDA come definita in SSM, 1993) dopo aver eseguito alcuni accorpamenti ritenuti opportuni per lo scopo prefissato (fig. 2.12).

In particolare sono state accorpate le seguenti classi tessiturali per ottenere tre tipologie prevalenti:

- argilla (A), argilla sabbiosa (AS) e argilla limosa (AL) sono state raggruppate nella classe *argilla*. Nell'ambito di tale classe sono state evidenziate con un sovrassegno le argille ricche di sostanza organica depostesi in ambiente palustre;
- limo (L), franco limoso (FL), franco (F, con percentuale di sabbia minore del 50%), franco limoso argilloso (FLA) e franco argilloso (FA, con percentuale di sabbia minore del 50%), sono state raggruppate nella classe *limo*;
- sabbia (S), sabbioso franco (SF), franco sabbioso (FS), franco sabbioso argilloso (FSA), franco (F, con percentuale di sabbia maggiore del 50%) e franco argilloso (FA, con percentuale di sabbia maggiore del 50%) sono state raggruppate nella classe *sabbia*.

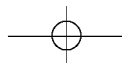
In legenda le medesime classi sopra individuate sono state distinte con colore diverso in relazione all'appartenenza all'ambiente litorale piuttosto che a quello alluvionale.

Durante l'elaborazione della *Carta geomorfologica del Basso Piave - Area di saggio*, era stata presa in considerazione un'ulteriore classe: il *franco*, inte-

so come l'accorpamento della classe tessiturale USDA franco (F) e franco limoso (FL). In seguito è stato deciso di non utilizzarla perché, al contrario delle altre classi tessiturali, non rispecchia nessun particolare ambiente di deposizione. Il franco è una classe tessiturale utilizzata principalmente in pedologia e agronomia e indica un miscuglio relativamente uniforme di differenti classi di sabbia, limo e argilla; in genere rappresenta una classe granulometrica tra le migliori dal punto di vista agronomico in quanto è facilmente lavorabile, consente un drenaggio non eccessivo e trattiene l'umidità necessaria alla crescita delle colture.

Nella carta geomorfologica sono inoltre state evidenziate le *ghiaie* e le *torbe*.

All'interno del territorio provinciale le ghiaie sono affioranti in superficie o nell'immediato sottosuolo solo nel settore nord-orientale, tra i fiumi Livenza e Tagliamento. Le ghiaie sono sempre riconducibili a paleoalvei del Tagliamento sia di età pleistocenica che olocenica e all'alveo attuale del Tagliamento e di alcuni corsi di risorgiva. Quest'ultimi, mancando di una fonte di materiale detritico montana, hanno trasportato e trasportano i sedimenti incontrati lungo il loro corso e quindi rielaborano le ghiaie deposte precedentemente dal Tagliamento. All'interno dei depositi ghiaiosi si può individuare una differenza di granulometria tra i depositi di età pleistoce-



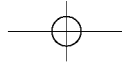


Fig. 2.13. Triangolo tessiturale utilizzato per la classificazione dei sedimenti lagunari (diagramma di SHEPARD).

nica e quelli olocenici. I primi infatti consistono in ghiaie fini con diametro medio di circa 1 cm e massimo inferiore a 2 cm; i secondi invece possono raggiungere anche i 5 cm di diametro massimo e i 2-3 cm per quello medio.

In alcune zone della provincia di Venezia (in particolare in vaste porzioni dell'area meridionale e in alcuni settori del Sandomatese e del Portogrua-rese) si sono verificate nel passato le condizioni ideali per la formazione di torbe: si trattava di aree occupate da lagune e paludi, successivamente bonificate, che a causa dell'abbondante presenza di vegetazione (in particolare canneti in paludi di acqua dolce) si sono trasformate in aree ricche di terreni torbosi, con valori di sostanza organica talora superiori al 60% (area meridionale; BASSAN *et alii*, 1994). Bisogna tenere presente che le opere di bonifica, abbassando artificialmente la falda freatica, hanno messo a contatto diretto con l'aria i materiali torbosi, per cui essi nel tempo si sono consumati e trasformati. Questo vale sia per l'area meridionale della provincia, dove comunque sono conservate tuttora vaste zone classificate come torba, ma soprattutto per il settore del Sandomatese e del Portogrua-rese dove oggi le torbe sono presenti solo in piccola parte e costituiscono in realtà poche plaghe a terreni torbosi. La maggior parte delle torbe è scomparsa o si è trasformata in modesti accumuli di sostanza organica nerastra che tinge di grigio scuro i campi arati (COMEL, 1959).

#### 2. IV. 1. c. I dati disponibili in laguna

Per quanto riguarda la determinazione dei sedimenti lagunari (i dati di partenza sono stati elaborati da L. Bincoletto) sono state utilizzate le fonti di seguito riportate (fig. 2.14):

- Servizio Informativo del Consorzio Venezia Nuova;
- Sistema di Supporto GESOND (Gestione Sondaggi), sistema interattivo che consente la consultazione dei sondaggi stratigrafici eseguiti entro la laguna di Venezia e lungo il litorale a contatto con la stessa; contiene oltre 1000 son-

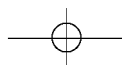
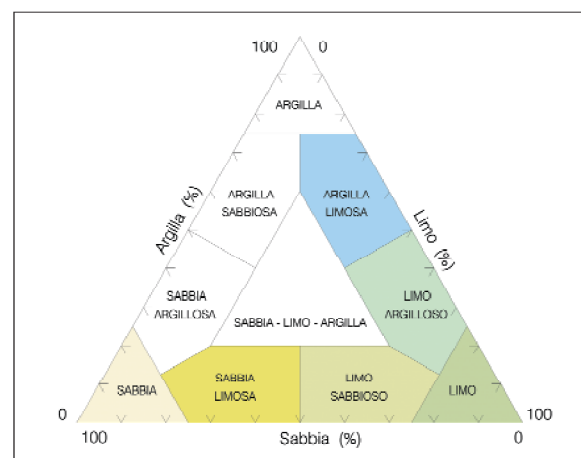
daggi di cui è possibile conoscere informazioni relative all'ubicazione, alla data di realizzazione, al committente e alla stratigrafia;

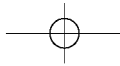
- *Carta della distribuzione dei sedimenti superficiali della laguna di Venezia* in scala 1:50.000, realizzata dal CVN per mezzo della digitalizzazione delle pubblicazioni di BARILLARI & ROSSO (1976), BARILLARI (1978) e BARILLARI (1981);

- dati forniti dal CNR-ISDGM di Venezia. ALBANI & SERANDREI BARBERO (2001) nel 1983 hanno effettuato all'interno della laguna di Venezia e nel Mare Adriatico, in prossimità del litorale limitrofo alla laguna stessa, una raccolta di 734 campioni di fondo interessando in totale circa 300 cm<sup>2</sup> di superficie per una profondità di circa 10 cm prendendo in considerazione quindi solo il sedimento recente. Su 560 campioni di sedimento lagunare sono state condotte le analisi granulometriche che gli Autori hanno messo a disposizione per la definizione delle tessiture lagunari a supporto delle carte geomorfologiche.

- Provincia di Venezia, Ufficio Difesa del Suolo;
- banca dati dei sondaggi geognostici e stratigrafici effettuati entro la laguna di Venezia;
- trivellate e profili pedologici effettuati entro la laguna di Venezia.

Le tessiture lagunari sono state elaborate a partire dai campionamenti superficiali realizzati dall'ISDGM integrati, nelle aree non coperte, dai





campionamenti realizzati dal Barillari. I sedimenti vengono classificati in base alle dimensioni dei granuli:

- argilla: diametro minore di 0,004 mm;
- silt: diametro compreso tra 0,004 mm e 0,062 mm;
- sabbia: diametro compreso tra 0,062 mm e 2,00 mm.

Successivamente si è stabilita la percentuale di sabbia, silt e argilla all'interno dei sedimenti e per la definizione delle classi tessiturali si è riportato tale dato nel diagramma di SHEPARD (fig. 2.13).

I limiti delle aree a uguale tessitura sono stati tracciati considerando anche l'andamento morfologico del fondo lagunare. A causa della mancanza di dati risultano escluse dalla classificazione le valli da pesca per le quali è stata adottata la seguente terminologia: "fondo lagunare a tessitura non nota".

Nella carta geomorfologica si osserva una netta distinzione tra le tessiture rilevate in terraferma e quelle presenti all'interno del bacino lagunare: questo è legato all'utilizzazione di due diversi diagrammi di classificazione (diagramma USDA per la terraferma e diagramma di SHEPARD per la laguna). È stata una scelta forzata sia per il tipo di dato disponibile sia per la diversa interpretazione dei dati che in letteratura viene riportata per l'ambiente lagunare rispetto a quello continentale.

## 2. IV. 2. L'INTERPOLAZIONE DEI DATI E LA DESCRIZIONE DELLA CARTA

(di S. Primon)

### 2. IV. 2. a. *L'interpolazione dei dati*

I dati presi in considerazione per la definizione delle tessiture della carta geomorfologica hanno la caratteristica principale di essere distribuiti in modo abbastanza omogeneo su tutto il territorio provinciale, eccetto su alcune piccole zone per le quali il rilevamento è ancora in corso d'opera.

Le aree a diversa tessitura sono state quindi individuate sulla base di un numero considerevo-

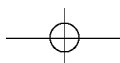
le di trivellate delle quali è stata presa in considerazione la classe tessitoriale prevalente nell'intervallo di profondità compreso tra 40-50 cm e 120 cm. A ogni singola trivellata è stata quindi associata una tessitura (anche se si è sempre tenuto conto dell'intera stratigrafia, soprattutto per le trivellate situate al limite tra aree a tessitura diversa): in tal modo si è avuta a disposizione una carta topografica con ubicate tutte le trivellate con la relativa classe tessitoriale di appartenenza; si è poi proceduto all'aggregazione dei dati per aree omogenee di tessitura.

È stata data particolare attenzione alla definizione dei limiti tra le varie aree: infatti, per le trivellate ubicate in queste zone è stata valutata non solo la prevalenza di una classe tessitoriale sull'altra, ma anche il contesto geomorfologico nel quale venivano a trovarsi. Ad esempio, nel caso di una trivellata posizionata al piede di un dosso, che indicava la presenza di sabbia solo al di sotto del metro (e quindi non prevalente), la sabbia è stata comunque presa in considerazione come indice di continuità nel sottosuolo del corpo sedimentario messo in evidenza in superficie dal microrilievo. Di questo si è tenuto conto nel tracciare il limite tra le sabbie del dosso e gli eventuali limi circostanti. Quindi, la definizione dei limiti tra aree a diversa tessitura è stata effettuata valutando non solo il dato tessitoriale, ma anche tutti gli altri tematismi presenti nella carta geomorfologica.

Si tenga comunque presente che questo tema-tismo ha risentito più di altri della valutazione soggettiva dei dati da parte dell'interprete e che quindi in qualche caso può discostarsi dalla reale situazione del territorio.

### 2. IV. 2. b. *La descrizione della carta*

In prima analisi, dalla carta geomorfologica si evidenzia che la maggior parte dei terreni costituenti il territorio provinciale rientra nella classe tessitoriale del limo (rappresentato in carta con il colore verde chiaro). Le argille (di colore verde acqua) sono concentrate nelle aree depresse delle pianure di esondazione, particolarmente evidente nell'area centrale della provincia, ma



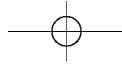
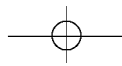
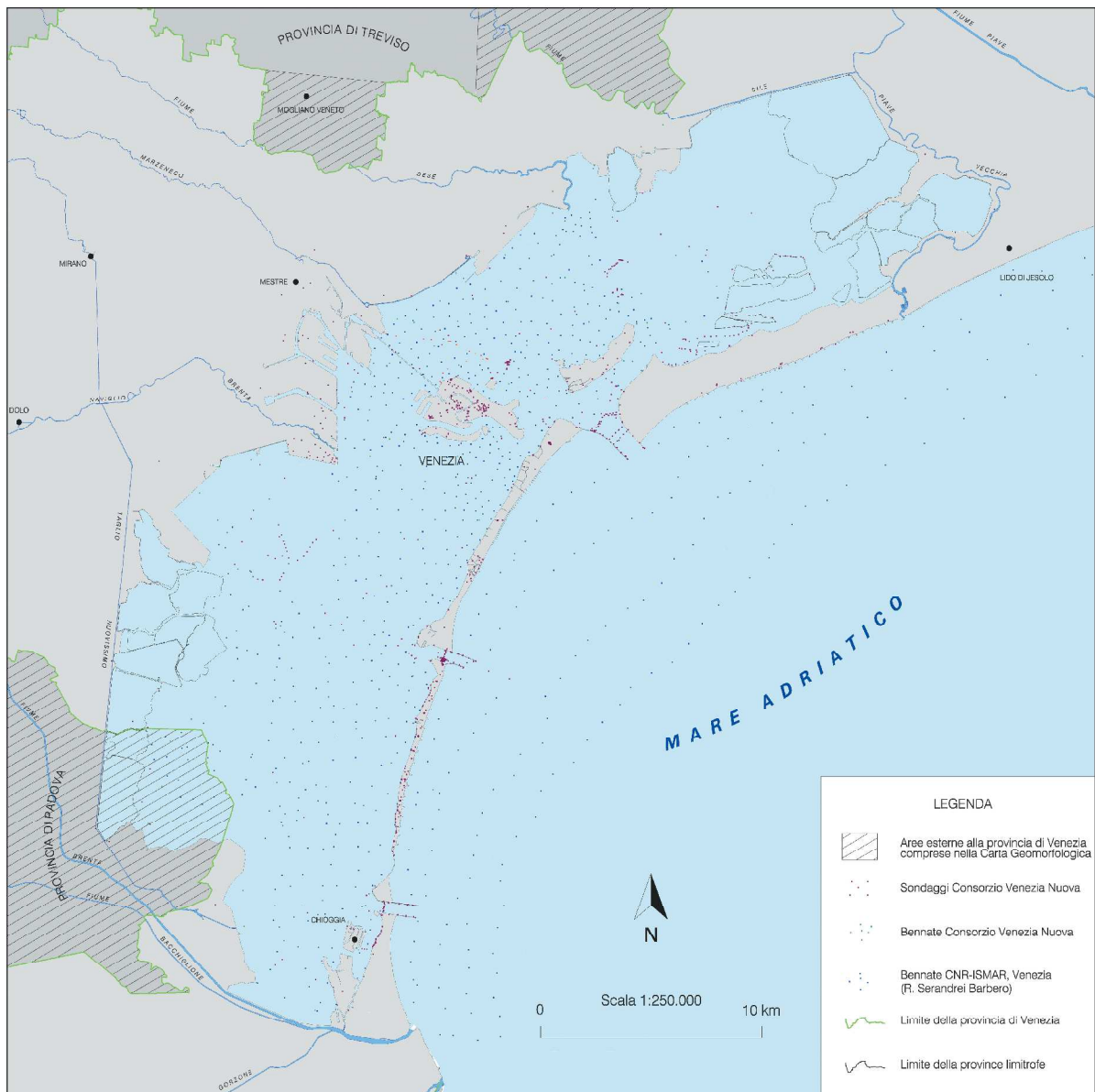


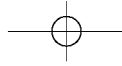
Fig. 2.14. Distribuzione delle bennate e dei sondaggi utilizzati per la definizione delle tessiture in laguna (elaborazione B. Bertani e S. Magri).

anche in settori un tempo occupati da aree palustri ora bonificate, come ad esempio la zona ubicata a nord del fiume Loncon o l'area di Alvisopoli. Si è riscontrata una buona corrispondenza tra le aree costituite prevalentemente da sedimenti sabbiosi e le zone morfologicamente

rilevate interpretate come dossi dall'analisi del microrilievo. Nella maggior parte dei casi in cui non si rileva la corrispondenza è possibile che la spiegazione sia legata al forte rimaneggiamento subito dai terreni da parte dell'uomo che spesso ha spianato ampie porzioni di territorio per uso







agricolo. Le sabbie di origine alluvionale (rappresentate in carta con il colore giallo più carico) sono state distinte da quelle di origine marina (di colore giallo tenue) non sulla base dell'analisi sedimentologica (non disponibile), ma in base all'ambiente di appartenenza, fluviale o costiero, individuato con criteri di tipo morfologico.

Per la parte riguardante il bacino lagunare, ALBANI & SERANDREI BARBERO (2001) utilizzando le analisi granulometriche di 560 campioni lagunari hanno individuato quattro gruppi principali di sedimenti che presentano caratteristiche granulometriche simili e che caratterizzano gli ambienti lagunari sotto elencati:

- *ambiente sabbioso* presente in particolare presso le bocche portuali e nel bacino centrale della laguna;
- *ambiente sabbioso lagunare* rappresentato soprattutto nella parte di laguna rivolta verso mare;
- *ambiente lagunare di silt grossolano* che costituisce il termine di passaggio tra l'ambiente lagunare sabbioso e l'ambiente lagunare di silt fine;
- *ambiente lagunare di silt fine* che occupa le parti interne della laguna.

ALBANI & SERANDREI BARBERO (2001, p. 378) precisano che la sabbia finissima risulta essere il sedimento più comune all'interno del bacino lagunare e che «la distribuzione dei sedimenti recenti all'interno della laguna si configura come un delta di marea in cui, malgrado i vistosi rimaneggiamenti presso le bocche portuali, non si ha evidenza, fino agli anni '80, di un consistente trasporto di materiale dalla laguna verso il prospiciente Adriatico».

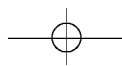
La distribuzione delle tessiture lagunari risultante dall'analisi dei dati raccolti per la realizzazione della carta geomorfologica, oltre a confermare la differenziazione in senso trasversale osservata da ALBANI & SERANDREI BARBERO (2001), con sedimenti sabbiosi nella parte di laguna rivolta verso mare e silt fine nelle parti interne del bacino lagunare, evidenzia una prevalenza di limo sabbioso all'interno del settore meridionale e il passaggio a sedimenti via via sempre più fini andando verso la parte centrale e orientale della laguna. Infatti, nell'area centrale del bacino si

osserva la presenza di limo sabbioso ai lati dei canali lagunari mentre i bassifondi sono costituiti in prevalenza da limo argilloso. Nella parte più orientale della laguna, a esclusione delle aree adibite a valli da pesca di cui non si conosce la tessitura per mancanza di osservazioni, si nota che i bassifondi sono costituiti da argilla limosa e in minima parte da limo argilloso.

I sedimenti più grossolani, costituiti da sabbia limosa e da sabbia in quantità minore, sono concentrati lungo i canali che portano alle bocche di porto di Chioggia e di Malamocco: questo tipo di distribuzione dei sedimenti è legato alla formazione di delta di marea, dove si assiste alla rideposizione all'interno della laguna dei sedimenti costieri ad opera di processi propri delle correnti di marea. Altre zone caratterizzate dalla presenza di sabbia limosa sono localizzate in corrispondenza delle antiche foci endolagunari del fiume Brenta: presso Fusina, dove ancora adesso si riversano le acque del Naviglio Brenta, e presso le Motte di Volpago, dove anche dal punto di vista morfologico si è riscontrata la presenza di un antico delta endolagunare.

#### 2. IV. 2. c. *Gli altri tematismi areali privi di attribuzione tessiturale*

Alcuni tematismi rappresentati nella carta geomorfologica non contengono informazioni relative al tipo di sedimento di cui sono costituiti. Tra questi possiamo elencare i paleoalvei fluviali (traccia di corso fluviale estinto a livello della pianura o leggermente incassato), i paleo-canali lagunari (traccia di antichi canali lagunari), i cordoni litoranei e i complessi dunosi fossili: questi elementi sono stati identificati sulla base della sola analisi da fotointerpretazione e quindi danno indicazioni sulla forma e non sul tipo di deposito. Lo stesso vale per le barene (sia naturali che artificiali) e le velme che sono state identificate sulla base della carta altimetrico-batimetrica del fondo lagunare e di rilievi aerofotogrammetrici ripresi in vari anni: in questo modo si sono ottenute informazioni riguardanti la tendenza evolutiva delle barene e delle velme, ma



non sulla tessitura dei loro sedimenti.

Con il termine di terrapieno sono state identificate tutte quelle porzioni di territorio che hanno subito un rimaneggiamento sostanziale da parte dell'uomo, come, ad esempio, l'area occupata dall'aeroporto Marco Polo, la maggior parte dei settori interessati dalla zona industriale di Porto Marghera tra cui sono state inserite anche le aree di bonifica dei siti inquinati; le casse di colmata derivanti dall'interramento di alcune aree comprese tra il Canale Bondante e la Tagliata Nuova effettuato con i fanghi lagunari provenienti dall'escavo del canale di Malamocco-Marghera (vedi paragrafo 3.IV.2 in questo volume). Anche le principali isole della laguna, compresa Venezia, sono state identificate con il simbolo di terrapieno in quanto nella maggior parte dei casi i primi metri di suolo sono costituiti da materiale di riporto (vedi paragrafo 4.VIII.4. in questo volume).

## CAPITOLO 2. V.

### LA FOTOINTERPRETAZIONE

di Sandra Primon, con la collaborazione di Alessandro Fontana

#### 2.V.1. IL MATERIALE CONSULTATO

Attraverso la fotointerpretazione delle coperture aerofotografiche zenitali, disponibili su supporto cartaceo o digitale per l'intero territorio provinciale veneziano, sono stati ricavati i seguenti tematismi riportati nella carta geomorfologica:

- la paleoidrografia fluviale e lagunare identificata in legenda come "traccia di corso fluviale estinto a livello della pianura o leggermente incassato" e "traccia di antichi canali lagunari";
- alcune forme legate alla morfologia fluviale come i "ventagli di esondazione", i "laghi di meandro abbandonato" e gli "orli di terrazzo";
- le barene e le velme dell'ambiente lagunare

attuale;

- le forme costiere ed eoliche, in particolare i "cordoni litoranei" e complesso duno fossile spianato e rilevato";
- le tracce relative alle "strutture antropiche sepolte".

Il lavoro è consistito nell'interpretazione delle tracce sia di origine naturale che antropica sopraelencate mediante l'analisi delle foto aeree disponibili, nella maggior parte dei casi, su supporto cartaceo; le tracce identificate sono state disegnate manualmente sui Quadranti alla scala 1:20.000 e in seguito digitalizzate con la stessa precisione. L'area corrispondente alla provincia di Padova e alcune zone della provincia di Venezia (settore del Portogruarese) sono state rilevate alla scala 1:10.000. Solo in alcuni casi particolari le fotografie aeree sono state sottoposte a scansione e in seguito georeferenziate ed elaborate.

La Provincia di Venezia ha realizzato nel 1998 la *Carta delle Unità Geomorfologiche del territorio provinciale di Venezia* (scala 1:20.000) di L. MINUZZO. Questo elaborato si è rivelato di estrema utilità sia per la fotointerpretazione sia per il controllo in generale di tutta la carta geomorfologica. In particolare nella carta citata, attraverso la sola analisi da fotointerpretazione, sono stati riconosciuti e opportunamente accorpati i sistemi di unità geomorfologiche riferibili ai principali processi fisiografici (processo fluviale, deltizio e dei litorali, lagunare, processi e attività antropiche) riconoscibili nell'intera area veneziana. Nell'ambito della carta geomorfologica questo elaborato è stato utilizzato per il confronto e, in alcuni casi, per il completamento dei vari tematismi risultanti dalla fotointerpretazione (paleovalvei fluviali e lagunari, cordoni litoranei attuali e paleodune) ma anche dalle altre metodologie applicate (dossi e aree depresse individuate tramite il microrilievo, tessiture derivanti dall'analisi dei dati pedologici).

Il materiale fotografico utilizzato per la fotointerpretazione del territorio provinciale (esclusa la laguna di Venezia) proviene, nella maggior parte dei casi, dagli archivi della Provincia di

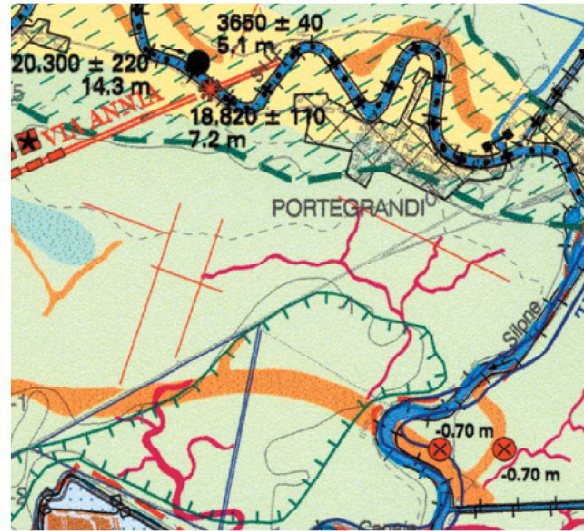


Fig. 2.15. Ampio paleoalveo localizzato a nord-est di Altino riferibile a un antico percorso del Brenta. La stessa area è rappresentata a sinistra in una foto aerea zenitale, a destra in uno stralcio della *Carta geomorfologica della provincia di Venezia*.

Venezia. Si tratta di fotografie aeree, sia a colori che in bianco e nero, a scala variabile che coprono un arco temporale compreso tra gli anni 1944-45 (Volo RAF) e il 1999 (Volo "It2000").

Riportiamo di seguito l'elenco dettagliato di tutti i voli consultati per la realizzazione della carta geomorfologica:

- ROYAL AIR FORCE (RAF, UK), anno 1944/45, scala 1:14.500, pancromatico B/N;
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (Volo GAI-IGM 54), anno 1954, scala 1:30.000, pancromatico B/N;
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (Volo IGM 84), anno 1984, scala 1:30.000, pancromatico B/N;
- REGIONE VENETO (Volo REVEN 83), anno 1983, scala 1:17.000, pancromatico B/N;
- REGIONE VENETO (Volo REVEN 87), anno 1987, scala 1:20.000, pancromatico colore;
- REGIONE VENETO (Volo REVEN 90), anno 1990, scala 1:20.000, pancromatico colore;
- VOLO ITALIA 2000 (Volo "It2000"), ortofoto digitali colore.

In alcuni casi i singoli voli coprono l'intero territorio provinciale (Volo REVEN 83, Volo IGM 84 e Volo "It2000"), in altri casi la copertura provinciale è solo parziale o complementare ad altri

voli. In particolare il Volo REVEN 90 copre i Fogli IGMI scala 1: 50.000 106 (San Donà di Piave) e 107 (Portogruaro) per quanto riguarda il settore orientale della Provincia, i Fogli 169 (Adria) e 168 (Rovigo) per il settore meridionale, ma rimane scoperta l'area centrale per la quale si può utilizzare il Volo REVEN 87, Fogli IGMI scala 1: 100.000 51 (Venezia) e 52 (San Donà di Piave), che interessa anche il settore meridionale e Foglio 65 (Adria). Con il Volo IGM 54 rimane scoperta la sola area di San Donà di Piave, mentre le foto aeree relative al Volo RAF degli anni 1944-45 coprono settori molto limitati e localizzati presso le aree urbane di Mestre e Marghera.

Per quanto riguarda i tematismi relativi alla laguna di Venezia desunti o controllati da fotointerpretazione (barene, velme e canali lagunari) è stato utilizzato il seguente materiale messo a disposizione dal Consorzio Venezia Nuova elaborato da L. Bincoletto:

- riprese aeree commissionate dal Consorzio Venezia Nuova, scala 1:28.000 - 1:30.000, colore, anni: 1995, 1997 e 1999;
- ripresa IGM del 1955, scala 1:13.800, pancromatico B/N;
- riprese commissionate dalla Regione Veneto

scala 1:18.000-1:20.000: pancromatica B/N del 1983 e colore del 1987;

- sistema di Supporto Elaborazioni da Remote Sensing, costituito dall'insieme di elaborazioni delle immagini riprese dai satelliti Landsat e Spot dal 1984 a oggi.

Nel 1999 la Provincia di Venezia ha acquisito la licenza d'uso delle ortofoto digitali a colori (Volo "It2000") relative a tutto il territorio provinciale. Le ortofoto digitali derivano da riprese aerofotografiche effettuate dalla Compagnia Generale Riprese Aeree di Parma nel periodo maggio-settembre 1998 e solo per alcune zone nell'estate 1999; esse sono il prodotto del raddrizzamento differenziale dell'immagine aerofotogrammetrica digitalizzata. Il territorio della Provincia di Venezia è coperto interamente da 105 ortofoto, ciascuna delle quali è tagliata secondo la griglia della CTR Veneto alla scala 1:10.000; ogni ortofoto si estende per circa 200 m oltre il limite della rispettiva sezione creando una zona di sovrapposizione con le ortofoto contigue. La rappresentazione cartografica adottata è quella di Gauss (fuso est) con coordinate piane riferite al sistema cartografico nazionale Gauss-Boaga. I fotogrammi originali utilizzati per l'ortoproiezione sono sottoposti a scansione in modo tale che la risoluzione geometrica finale dell'ortofoto sia pari a un *pixel* per metro. Per avere una risoluzione a terra di 1 m ogni singola immagine digitale a colori arriva ad avere una dimensione del file di 300 Mb. Files di queste dimensioni sono difficilmente gestibili e quindi vengono successivamente ridotti con degli algoritmi di compressione: le ortofoto fornite alla Provincia di Venezia sono state compresse con ECW Compressor di ER-MAPPER. A seguito della compressione i 300 Mb iniziali si riducono fino a 100 Mb per le immagini formato TIFF e fino a 30 Mb per quelle formato JPEG; questo procedimento comporta però un peggioramento della qualità dell'immagine. Infatti diminuisce la risoluzione radiometrica pur rimanendo inalterata quella geometrica: i 256 livelli per canale, con cui viene effettuata la scansione originale del fotogramma,

con la compressione vengono ridotti a 40 con conseguente perdita di informazioni.

È questo il motivo per cui dal punto di vista della fotointerpretazione a scopo geomorfologico le ortofoto digitali si sono rivelate poco utili: le immagini risultano piatte con perdita delle caratteristiche essenziali per l'interpretazione (come ad esempio le variazioni di colore o di tono). Al contrario, per la loro elevata risoluzione geometrica, le ortofoto si sono rivelate estremamente utili per la definizione e l'aggiornamento di alcuni tematismi particolari, come ad esempio la variazione della linea di costa (zona di Bibione) e il controllo di alcuni settori lagunari, tra cui le lagune di Caorle e Bibione. In quest'ultimo caso l'ortofoto si è dimostrata essenziale per la realizzazione della carta geomorfologica in quanto il confronto tra le CTR alla scala 1:5000, utilizzate per la digitalizzazione dei tematismi di base dell'ambiente lagunare, e le immagini digitali ha messo in evidenza una variazione del territorio notevole anche se a distanza di pochi anni. Le arce barenicole, alcuni canali lagunari artificiali e le zone occupate dalle valli da pesca all'interno delle lagune di Caorle e Bibione sono gli elementi morfologici che hanno subito le maggiori modifiche e che, di conseguenza, sono stati in parte cartografati utilizzando le ortofoto digitali.

Nell'ambito di questo progetto sono state prese in considerazione, in alcuni casi, anche le immagini satellitari. I dati provenienti dall'interpretazione di una immagine del satellite SPOT 2, del 4 maggio del 1989, sono stati gentilmente messi a disposizione da P. Baggio; riguardano in particolare le tracce di paleopercorsi fluviali e di strutture antropiche antiche che sono state riportate nella *Carta geomorfologica del Basso Piave - Area di saggio*. Questi dati, pur dando preziose informazioni di sintesi a completamento della fotointerpretazione, non sono stati utilizzati in seguito per la carta geomorfologica dell'intero territorio provinciale in quanto rimaneva scoperto tutto il settore centro-meridionale: per questioni di uniformità del dato, quindi, non è stato possibile inserirli anche nella carta finale. Per la laguna di

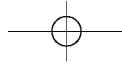


Fig. 2.16. Sistema di antichi canali lagunari ben evidenti nel settore di pianura situato tra il Taglio del Sile e il canale Fossetta. La stessa area è rappresentata a sinistra in una foto aerea zenitale, a destra in uno stralcio della *Carta geomorfologica della provincia di Venezia*.

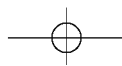


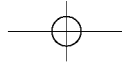
Venezia sono state elaborate e interpretate da A. Lezziero e S. Magri alcune immagini satellitari del sensore multispettrale IKONOS di cui il Consorzio Venezia Nuova ha acquisito la copertura completa del bacino scolante del periodo giugno/luglio 2001 (individuazione di un tratto di un "antico cordone litoraneo in laguna").

Nell'area del Portogruarese sono stati effettuati vari confronti con un'immagine multispettrale SPOT 2 elaborata e pubblicata da BAGGIO & SIGALOTTI (1999) per individuare più precisamente il limite dei maggiori dossi olocenici del Tagliamento e l'eventuale continuazione di alcuni paleoalvei.

Oltre al materiale di tipo fotografico, per l'elaborazione dei tematismi desunti da fotointerpretazione sono state prese in considerazione le tesi di laurea e di dottorato in parte consultabili presso il Dipartimento di Geografia di Padova e la Provincia di Venezia, e in parte sviluppate proprio nell'ambito del Progetto Doge con l'intento di approfondire c/o completare il recupero di dati in zone poco conosciute o più problematiche dal punto di vista interpretativo. Fondamentale, ad esempio, è stata la tesi di laurea di C. LEVORATO (2002) che, attraverso l'analisi di fotografie aeree consultate presso l'Ufficio Cartogra-

fico della Regione Veneto, ha effettuato la fotointerpretazione di un'area esterna alla Provincia di Venezia (Quadrante 148 SO - Piove di Sacco, Provincia di Padova), ma inserita nella carta geomorfologica per poter trattare un'area omogenea. E ancora si sono rivelate molto utili le tesi di laurea (messe a disposizione dalla Provincia di Venezia) che interessano un ampio settore dell'area centrale della Provincia: in particolare quella di U. SCORTEGAGNA (1990), C. FERRARI (1994) e F. D'AMBROSI (1997). Nella carta geomorfologica sono stati riportati alcuni paleoalvei ripresi dalle carte della fotointerpretazione allegata a queste tesi, in quanto la sola consultazione delle fotografie aeree non permetteva, in questi casi, l'identificazione delle forme legate alla paleoidrografia fluviale. La verifica sul terreno e l'uso di altre metodologie (non sempre possibile nell'ambito dello svolgimento del Progetto Doge) hanno permesso agli Autori delle tesi di confermare la presenza di paleoalvei in un settore che dal punto di vista della fotointerpretazione ha dato scarsi risultati. Nell'area centrale, infatti, la tipologia e l'età dei sedimenti, la notevole elaborazione subita dal terreno ad opera dell'uomo e, anche se in misura minore, la scarsa qualità delle stampe fotografiche consultate,





hanno ridotto il numero di informazioni derivate dall'analisi da fotointerpretazione che in altri settori della Provincia ha dato ottimi risultati.

Le tracce visibili nel settore nord-occidentale della provincia (Quadranti 127 NO - Noale, 127 NE - Mogliano Veneto, 127 SO - Dolo) interpretate come "traccia di corso fluviale estinto a livello della pianura o leggermente incassato", anche se identificate come "mal definite", in realtà non hanno la stessa rivelanza di tutti gli altri elementi legati alla paleoidrografia fluviale riconosciuti nel restante territorio provinciale: queste tracce potrebbero in effetti essere la testimonianza di paleopercorsi fluviali ma, per alcune di esse, è stata ipotizzata anche la possibilità che si tratti di forme legate a ristagno d'acqua in coincidenza con suddivisioni di tipo agrario, anche recenti.

Una particolare attenzione è stata rivolta all'area di Mestre e Marghera per la quale sono stati utilizzati i dati riguardanti i paleopercorsi fluviali e lagunari desunti da fotointerpretazione e da cartografia storica contenuti nella tesi di laurea di S. MAGRI (2001). Questi hanno permesso la ricostruzione paleoambientale di tale settore nel periodo precedente lo sviluppo dell'area industriale di Porto Marghera.

Per quanto riguarda l'interpretazione delle forme costiere ("cordoni litoranei e complesso dunoso fossile spianato o rilevato") sono stati consultati e, in alcuni casi, utilizzati (dune del litorale del Cavallino) i dati contenuti nelle tesi di laurea e di dottorato di F. RIZZETTO (1994; 2000).

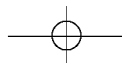
La fotointerpretazione del settore orientale della provincia di Venezia posto a est di Portogruaro (a esclusione della laguna di Caorle) è stato effettuato da A. Fontana nell'ambito del Progetto GAL Venezia Orientale Leader II, submisura 6, azione 22 *Carta della fotointerpretazione e dei siti archeologici della provincia di Venezia tra i fiumi Livenza e Tagliamento* (responsabile scientifico L. Fozzati) con opportune semplificazioni (cfr. BONDESAN *et alii*, 2002).

Infine, allo scopo di effettuare un controllo il più possibile completo e con la consapevolezza di non aver potuto consultare tutto il materiale foto-

grafico esistente per l'intero territorio provinciale, sono stati presi in considerazione tutti i lavori che in qualche modo riportavano dati desunti da fotointerpretazione: le "Carte geomorfologiche" allegate ai Piani Regolatori (PRG) di tutti i Comuni della Provincia di Venezia (e per un piccolo settore della carta anche di quelli della Provincia di Treviso); tutti i lavori precedentemente pubblicati dalla Provincia; le numerose pubblicazioni che riportavano dati di questo tipo.

## 2. V. 2. LA METODOLOGIA

L'interpretazione delle fotografie aeree a scopo geomorfologico e archeologico consiste nell'identificazione di particolari tracce, rilevabili essenzialmente come sfumature di colore nelle foto a colori o come variazioni di toni di grigio nelle foto in bianco e nero, che possono essere considerate il risultato dell'interazione tra le strutture sepolte o riscontrabili a livello del piano di campagna, sia di origine naturale che antropica, e i terreni circostanti. Infatti la presenza di una qualsiasi struttura può influenzare il suolo modificandone, ad esempio, la composizione e il colore, il grado di umidità, la consistenza del manto vegetale, il microrilievo (FERRI & CALZOLARI, 1989). L'insieme di questi elementi dà origine alla traccia corrispondente alla struttura che viene impressa sull'immagine e che deve essere identificata e interpretata. Il grado di evidenza della traccia dipende da un numero considerevole di fattori, quali la differenza di composizione tra la struttura e i terreni che la circondano, le dimensioni della stessa e la profondità a cui si trova, l'eventuale intervento da parte dell'uomo che può aver modificato l'originaria forma della struttura, i fattori climatici e ambientali presenti al momento dello scatto della fotografia aerea e, non meno importanti, i fattori tecnici legati alla ripresa e allo sviluppo dell'immagine stessa. Il fatto di aver avuto a disposizione un numero così elevato di voli effettuati in anni e stagioni diverse ha permesso di confrontare situazioni molto differenti sia per la visibilità delle tracce sia per il



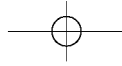
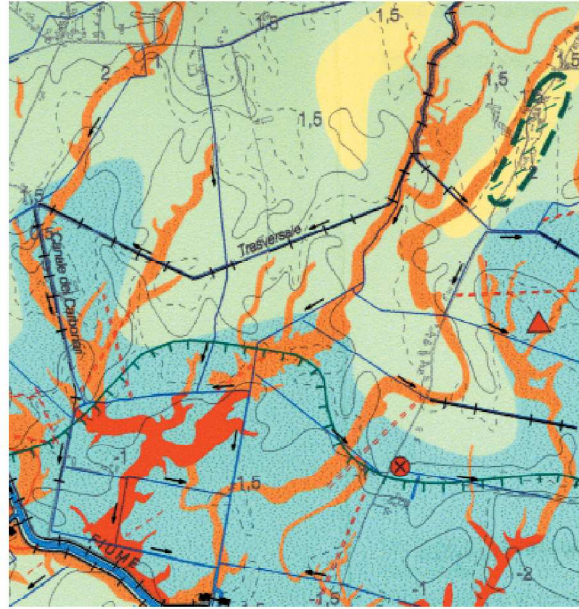
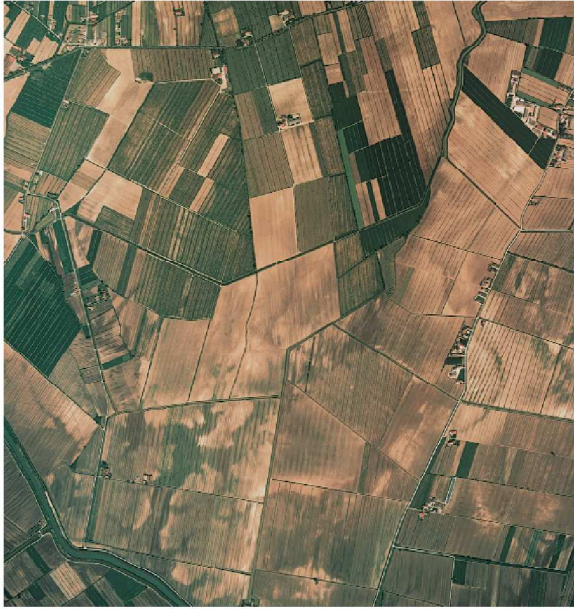


Fig. 2.17. Rete di paleovalvei molto ampi, a *pattern* dendritico, riferibili all'ambiente palustre, in un'arca ubicata lungo il fiume Loncon a est di San Stino di Livenza. La stessa area è rappresentata a sinistra in una foto aerea zenitale, a destra in uno stralcio della *Carta geomorfologica della provincia di Venezia*.



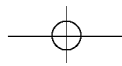
grado d'antropizzazione che in molte aree ha fortemente compromesso o mascherato la morfologia originaria.

Riportiamo di seguito alcuni esempi, tratti dalla carta geomorfologica, di come appaiono in fotografia aerea le tracce corrispondenti alle più comuni forme e strutture di origine naturale e antropica e di come queste sono state rappresentate in generale all'interno della carta. È stata effettuata la scelta di rappresentare le forme appartenenti allo stesso gruppo (ad esempio i paleovalvei fluviali, i canali lagunari, i cordoni dunali) con lo stesso simbolo anche se in foto aerea sono evidenti numerose varietà cromatiche, morfometriche e dimensionali dello stesso tipo di forma. L'unica differenziazione applicata è stata quella relativa alle tracce che risultavano più visibili e ben delimitabili. Queste tracce (ben definite) sono state evidenziate, rispetto a quelle meno leggibili (mal definite), con un tono di colore più acceso. Non necessariamente le tracce che in carta risultano ben definite sono le più importanti: come è stato specificato precedentemente il grado di evidenza delle tracce dipende

da un numero rilevante di fattori e, da non sottovalutare, dalla scelta soggettiva dell'interprete.

#### 1 - *Paleovalvei fluviali*

In fotografia aerea i paleovalvei fluviali si presentano come strisce sinuose, singole o intrecciate, più o meno irregolari, spesso di tonalità chiara. A volte queste tracce sono percorse internamente da una striscia più sottile con toni più scuri. Le parti chiare riflettono gli argini naturali del fiume e sono costituite da sedimenti più grossolani, solitamente sabbiosi o sabbioso-limosi, legati alle fasi di deposito conseguenti a tracimazioni e sovralluvionamenti. La traccia più scura, invece, identifica l'area dell'alveo vero e proprio, caratterizzata dall'accumulo dei materiali più fini durante le fasi di estinzione del corso d'acqua (FERRI & CALZOLARI, 1989). La diversa risposta che la fotografia aerea spesso evidenzia tra l'alveo del fiume e le aree corrispondenti agli argini naturali è legata o a un processo pedogenetico differenziato o a un eventuale decappamento della struttura che ha messo in luce litologie diverse a contatto diretto. Inoltre, sebbene nelle fotografie aeree esistano vistose differenze tra i



vari tipi di paleoalvei, dovute con ogni probabilità a riempimenti dell'alveo costituiti da sedimenti diversi o a coperture sedimentarie più recenti depositatesi sopra l'alveo stesso, si è scelto di rappresentare nella carta geomorfologica tutti i paleoalvei con lo stesso simbolo. I tratti di paleoalveo sono stati tra loro raccordati solo nei casi in cui era evidente una loro appartenenza alla medesima asta fluviale. In molti casi, anche tratti probabilmente congiunti vengono rappresentati comunque separati per evitare un'interpretazione dei dati non oggettiva.

In fig. 2.15 è riportata una piccola porzione della carta geomorfologica in cui si individua l'ampio paleoalveo localizzato a nord-est di Altino riferibile a un antico percorso del Brenta: in foto aerea si rinviene una traccia scura, debolmente sinuosa, ben visibile all'interno di due fasce più chiare corrispondenti agli argini naturali del fiume. Questo è un esempio di come si sia deciso di rappresentare in carta solo i paleoalvei intesi come paleo-canali in cui scorreva l'acqua, senza segnalare anche gli eventuali argini e le tracce di dosso fluviale correlato al canale. Infatti, pur essendo sicura l'interpretazione di alcuni tratti, l'attribuzione di tracce che in foto appaiono correlabili ai depositi fini formanti il dosso fluviale può spesso essere soggettiva e poco attendibile. Una discriminazione certa e obiettiva potrebbe essere efficace solo con un rilevamento diretto sul terreno. Solo dove l'individuazione delle diverse forme appariva netta in foto aerea a causa del forte contrasto esistente tra i vari elementi sono stati riportati entrambi: in questo caso l'alveo viene identificato come una traccia ben definita all'interno di una fascia più chiara mal definita rappresentante gli argini fluviali.

## 2 – *Paleocanali lagunari*

Nella zona situata tra il canale Fossetta e il Taglio del Sile si individua un'area interessata da canali derivanti dall'azione di flusso e riflusso delle maree in aree lagunari (fig. 2.16). In questo caso i canali di marea in parte hanno riutilizzato i corsi d'acqua provenienti da nord-ovest risalendo così l'entroterra attraverso percorsi predefini-

ti, in parte hanno lasciato evidenti tracce della loro presenza nella fitta rete di sottili ramificazioni che si dipartono dalle aste fluviali principali. La larghezza dei canali di marea si riduce rapidamente da valori massimi a partire dalla bocca a mare fino ad arrivare a valori minimi nelle parti terminali delle varie ramificazioni (canali e ghebi). Si tratta comunque di tracce dal corso breve, spesso sottile, di colore chiaro rispetto ai terreni circostanti più scuri rappresentanti l'antico fondo lagunare. Solitamente si distinguono dai paleoalvei di origine fluviale per l'assenza della traccia più chiara degli argini naturali (FERRI & CALZOLARI, 1989). Nel caso preso in esame, la presenza degli argini ai lati dei canali interpretati come lagunari deriva talora dal riutilizzo da parte dei canali mareali di precedenti percorsi fluviali. L'attribuzione, quindi, dei paleoalvei a forme di tipo fluviale o di tipo lagunare ha rappresentato in alcuni casi un problema a causa dell'interazione tra i due ambienti, della sovrapposizione di forme derivanti da processi di natura diversa e dalla variazione di tipo paleoambientale che le varie aree hanno subito nel tempo.

## 3 – *Ambiente palustre*

L'ambiente palustre è ben testimoniato in un'area situata lungo il fiume Loncon, a est di San Stino di Livenza, dove si individuano alcuni paleoalvei molto ampi e di forma dendritica (fig. 2.17). Verso monte questi paleoalvei sono in continuità con i fiumi di risorgiva e con i corsi d'acqua legati al drenaggio locale. Il Loncon separa il settore palustre dall'area posta a sud caratterizzata da tracce riconducibili alla morfologia lagunare. Si tratta probabilmente di una zona interessata nel passato da una palude d'acqua dolce originatasi sulla pianura per effetto dell'innalzamento del livello marino (vedi paragrafo 4.1.8 in questo volume); la formazione di una laguna avrebbe ostacolato il fluire dei piccoli alvei di risorgiva o del drenaggio locale verso mare. In un primo momento gli alvei incisi sulla pianura si sarebbero riempiti di sedimenti torbosi e, successivamente, si sarebbero allagate le aree esterne con deposizione di sedimenti palustri (alvei di ton-



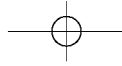


Fig. 2.18. Sistema di paleodune, ora spianate, localizzate a sud del Brenta nei pressi del canale di Valle. La stessa area è rappresentata a sinistra in una foto aerea zenitale, a destra in uno stralcio della *Carta geomorfologica della provincia di Venezia*.



lità più scura rispetto a quella dei terreni circostanti).

#### 4 – *Tracce legate alla morfologia costiera*

I cordoni litoranei attuali e alcune paleodune si caratterizzano per il loro marcato risalto morfologico. L'analisi della fascia costiera mediante fotointerpretazione è stata uno dei pochi casi in cui si è rivelato di estrema utilità l'uso dello stereoscopio. Tutte le fotografie aeree delle zone situate lungo la costa, infatti, sono state studiate in stereoscopia per identificare la presenza di dune rilevate. Le aree interessate dalla presenza di cordoni litoranei sono state in passato e tuttora rimangono siti preferenziali per l'insediamento abitativo, oppure, se non utilizzate a tali fini, conservano la vegetazione dell'ambiente originario: questo fatto ha creato alcuni problemi alla fotointerpretazione. La presenza di edifici o della copertura vegetale maschera infatti, in molti casi, il reale rilievo delle dune o impedisce il riconoscimento di ogni singola duna all'interno di un complesso di dune. Un ulteriore problema rilevato è stato quello dell'anno di ripresa delle fotografie aeree: il volo più recente per cui è stato possibile studiare le foto in coppia

stereoscopica è quello del 1990 che, tra l'altro, non copre nemmeno tutto il territorio provinciale. Dune che apparivano ancora rilevate negli anni '90 oggi non lo sono più, o, viceversa, in certi settori sono state ricostruite artificialmente, a scopo difensivo, dune che in passato risultavano spianate. Per ovviare a questi inconvenienti è stato effettuato un confronto con il microrilievo (che comunque presenta il problema dell'aggiornamento delle CTR non sempre adeguato) oppure, solo in pochi casi, con l'analisi diretta sul terreno (zona della foce del Tagliamento).

In fig. 2.18 sono ben visibili le tracce corrispondenti a un sistema di paleodune, ora spianate, localizzate a sud del Brenta nei pressi del canale di Valle. In questo caso le singole dune sabbiose (fasce più chiare) si distinguono chiaramente perché sono separate da aree interdunali costituite da sedimenti torbosi o comunque ricchi di sostanza organica, che in foto aerea appaiono quasi neri; il contrasto risulta quindi molto accentuato.

#### 5 – *Tracce antropiche*

Nell'ambito di questo lavoro si è posta particolare attenzione all'interpretazione delle sole tracce appartenenti a divisioni territoriali e infrastrut-

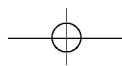
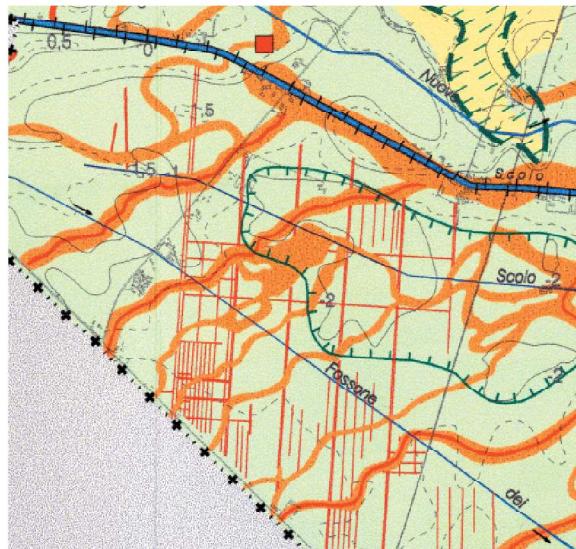


Fig. 2.19. Tracce di suddivisioni agrarie riferibili ai *limites* della centuriazione romana localizzata a nord di Adria. La stessa area è rappresentata a sinistra in una foto aerea zenitale, a destra in uno stralcio della *Carta geomorfologica della provincia di Venezia*.

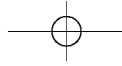


ture di epoca antica. Infatti in ogni parte dell'area analizzata sono numerosissimi i segni appartenenti a divisioni agrarie di epoca moderna e recente dovute al periodico cambio dell'orientazione delle scoline e delle strade confinarie così come sono numerose le tracce relative alle linee di servizi (elettrodotti, gasdotti e condotte idriche): è stato deciso di non riportare questi lineamenti sia per non appesantire la carta geomorfologica sia per lo scarso valore che queste informazioni hanno ai fini dell'analisi geomorfologica.

Solo attraverso la verifica puntuale tra i dati archeologici e le informazioni fornite dai lavori scientifici di carattere archeologico e topografico si è potuto in molti casi identificare come strade o *limites* della centuriazione romana molte delle tracce sepolte evidenziate dalla fotointerpretazione.

Ad esempio, a nord di Adria sono state rilevate mediante l'interpretazione delle fotografie aeree una strada antica e le tracce di una suddivisione agraria (fig. 2.19). Secondo PERETTO (1986, pag. 76) la strada potrebbe corrispondere all'antico tracciato romano Adria - Monsole che richiama la via Popilia e comunque, almeno lungo il tratto che va da Adria fino allo Scolo Tartaro, sembrerebbe rappresentare «la direttri-

ce principale su cui era impostata l'antica parcelizzazione agraria del limitrofo territorio attraversato». Le antiche suddivisioni agrarie riportate nella carta geomorfologica a nord di Adria dovrebbero quindi corrispondere alle tracce di una centuriazione, e cioè a un reticolo di strade e di fossati che si incrociano ad angolo retto secondo un modulo costante. In foto aerea le strade sono riconoscibili per la presenza di una traccia più chiara dei terreni circostanti, affiancata spesso da due tracce più scure laterali, che si segue per lunghi tratti rettilinei oppure per linee spezzate. La traccia chiara è dovuta alla posizione relativamente rilevata del manufatto, spesso più asciutta delle aree circostanti, e all'alto potere riflettente dei materiali inerti con cui la strada veniva costruita (sabbie, ghiaie, ciottoli ecc.); le tracce scure rappresentano invece i due fossati di scolo laterali, spesso riempiti da materiali più fini come limi e argille, generalmente caratterizzati da una maggiore umidità, che appaiono scuri per il loro basso potere riflettente (FERRI & CALZOLARI, 1989). Per lo stesso motivo anche i fossati che costituiscono la centuriazione appaiono in foto aerea come tracce più scure rispetto al suolo circostante. Nell'esempio preso in conside-



razione sono ben evidenti i fossati paralleli alla strada mentre quelli perpendicolari sono poco visibili: il reticolo interferisce con il sistema di tracce fluviali successive, probabilmente legate a un evento di rotta, che coprono l'antica suddivisione agraria. PERETTO (1989, pag. 77) ipotizza tra l'altro che questo tipo di intervento antropico non sia avvenuto per centurie ma per *strigae*, e cioè secondo "appezzamenti a strisce rettangolari disposti nel senso della lunghezza secondo l'orientamento scelto"; tale suddivisione sembrerebbe più evidente in un settore posto più a nord (tracce di suddivisioni agrarie localizzate a sud-est di Pegolotte) caratterizzata dalla stessa orientazione di quella individuata a nord di Adria. Un'analisi più approfondita condotta durante gli studi per la preparazione della carta geomorfologica ha consentito di raggiungere una maggior definizione di queste tracce, portando all'identificazione di una maglia quadrata. Questo dato permetterebbe quindi di escludere l'intervento per *strigae* proposto da PERETTO e dà come risultato un modulo pari a  $8 \times 8$  *actus*.

## CAPITOLO 2. VI.

### L'ALTIMETRIA

di Aldino Bondesan, Francesco Ferrarese  
e Sandra Primon

#### 2. VI. 1. LA CARTA DEL MICRORILIEVO

(di A. Bondesan e S. Primon)

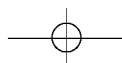
Il microrilievo è l'espressione superficiale del modellamento della pianura per effetto dei processi erosivi e deposizionali. Poiché in pianura i dislivelli sono generalmente poco accentuati, la morfologia superficiale viene descritta attraverso le carte del microrilievo. Si tratta di carte a curve di livello, in genere con un'equidistanza di 1 m o di 50 cm, che consentono di mettere in

evidenza anche le più piccole differenze di altitudine. Data l'estrema importanza di tali elaborati ai fini della ricostruzione geomorfologica, essi costituiscono quasi sempre un livello informativo essenziale nella cartografia geomorfologica delle pianure.

È stata quindi realizzata la carta del microrilievo della provincia di Venezia e il tematismo è stato incluso nella carta geomorfologica.

La carta che è stata allestita è il risultato dell'accostamento e dell'integrazione di rilievi portati a termine in tempi diversi e per differenti scopi. Per la maggior parte del territorio provinciale si è utilizzata la carta digitalizzata del microrilievo realizzata da P. Rosetti per conto dell'Amministrazione provinciale. Le isoipse sono state ricavate dall'interpolazione manuale tra i punti quotati presenti nelle carte tecniche regionali. Come base è stata utilizzata la Carta Tecnica Regionale (CTR) della Regione Veneto, alle scale 1:5.000 e 1:10.000, in cui i punti quotati a risoluzione decimetrica sono in numero di gran lunga superiore e più precisi rispetto alla cartografia IGM a scala 1:25.000. Ai fini della ricostruzione delle forme naturali non si impiega la totalità delle quote presenti nella CTR. È infatti sempre necessaria una selezione dei punti più rappresentativi sia ai fini della ricostruzione dell'andamento naturale della superficie che in rapporto alla loro affidabilità. Sono stati quindi in genere scartati i dati legati alle trasformazioni antropiche, come, per esempio, quote di rilevati stradali e ferroviari, ponti, argini, centri abitati. Dunque, anche se la CTR è disponibile in formato numerico e pur disponendo di *software* anche molto sofisticati, non è consigliabile eseguire interpolazioni automatiche di tutti i punti quotati, senza prima averne verificato singolarmente la natura.

Sulla carta del microrilievo fornita dalla Provincia di Venezia sono state svolte delle operazioni di semplificazione e generalizzazione quando il dettaglio era troppo spinto ai fini della stampa alla scala 1:50.000. Inoltre, sono



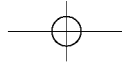
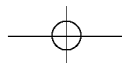
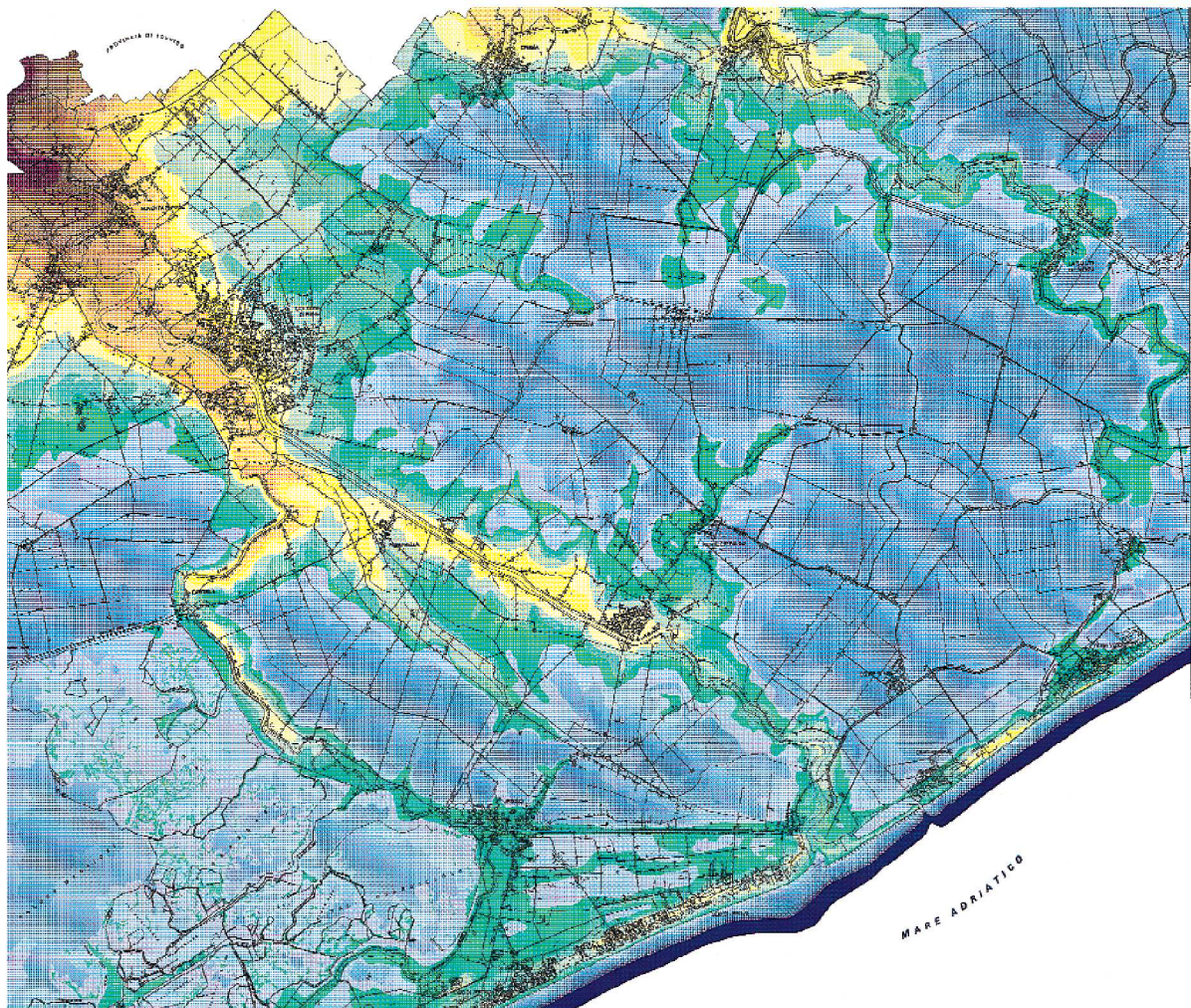


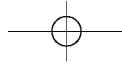
Fig. 2.20. Carta altimetrica dell'area del Basso Piave alla scala originale di 1:50.000, ridotta. Saggio cartografico inedito realizzato nell'ambito del Progetto Doge.

stati necessari piccoli aggiustamenti ogni qual volta si sono accostati fogli dove il microrilievo era stato tracciato da diversi operatori. In questi termini si spiega la differenza di stile che si può osservare, per esempio, tra il microrilievo dell'intero territorio provinciale veneziano e quello relativo alla sola area del basso Piave (Quadranti 106 SE S. Donà di Piave, 107 SO Torre di Mosto, 129 NO Eraclea, 128 NE Jesolo) elaborato da L. Bincoletto e S. Primon, in parte sulla base della documentazione raccolta (tesi di laurea, PRG comunali) ai fini della realizzazione della *Carta*

*geomorfologica del basso Piave – Area di Saggio* (fig. 2.20) e in seguito utilizzato come punto di partenza per l'elaborazione del microrilievo del restante territorio provinciale. Questo fatto spiega anche la diverse modalità di rappresentazione delle etichette numeriche relative al valore di quota di ciascuna isoipsa tra il settore del basso Piave e il resto della provincia.

È stato necessario, inoltre, completare il microrilievo originale per i settori inseriti nella carta geomorfologica che non appartengono alla provincia di Venezia. In particolare per l'a-





rea relativa alla provincia di Padova (Quadrante 148 SO Piove di Sacco) il microrilievo è stato elaborato da C. LEVORATO (2002) nell'ambito dello svolgimento della sua tesi di laurea. Per le aree ricadenti all'interno del territorio della provincia di Treviso è stato utilizzato il microrilievo elaborato da P. Mozzi nell'ambito di una convenzione tra il Dipartimento di Geografia "G. Morandini" dell'Università di Padova e l'ARPAV - Centro Agroambientale e di un protocollo d'intesa tra ARPAV - Centro Agroambientale e Provincia di Venezia. Per il settore trevigiano l'equidistanza originale tra le isoipse era di 1 m; è stato quindi necessario tracciare le isoipse ogni 0,5 m per uniformare il microrilievo di quest'area con quello della Provincia di Venezia. Questa operazione è stata condotta anche sulla scorta dei rilievi realizzati nell'ambito del Progetto Ca' Tron finanziato dalla Fondazione Cassamarca e diretto da F. Ghedini.

Un altro tipo di intervento è stato effettuato lungo il margine che separa il settore lagunare dalla terraferma; per la laguna di Venezia, infatti, il microrilievo fornito dalla Provincia è stato sostituito con quello elaborato da L. Bincoletto nell'ambito del Progetto Leo. La carta altimetrico-batimetrica di tutto il bacino lagunare è stata ricavata a partire dai punti quotati presenti nella CTRN (Carta Tecnica Regionale Numerica) del 1997. Nelle aree coperte dai canali l'interpolazione è stata effettuata manualmente, nelle rimanenti porzioni in modo automatico con passo della griglia di 25 m. Successivamente ne è stata fatta la revisione, tenendo conto dell'andamento morfologico e correggendo manualmente le curve dove necessario. Per valori superiori a -2,5 m l'equidistanza delle curve di livello è di 0,5 m, per valori compresi tra -2,5 m e -5,0 m è di 2,5 m e per valori inferiori a -5,0 m è di 5,0 m. Poiché la laguna è nettamente separata dalla terraferma lungo il limite della conterminazione lagunare, le isoipse in laguna sono state disgiunte dalle omologhe in terraferma.

## 2. VI. 2. IL MODELLO D'ELEVAZIONE DIGITALE DEL TERRITORIO PROVINCIALE

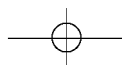
(di F. Ferrarese)

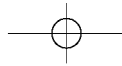
### 2. VI. 2. a. *La rappresentazione digitale di una superficie*

La rappresentazione fisica della superficie è sempre stata una delle necessità prioritarie della cartografia, non solo in tempi moderni. La corretta ricostruzione geometrica della superficie terrestre è uno dei cardini principali cui riferire ogni altro tematismo geografico. Molte volte, infatti, il *trait d'union* tra strati (*layers*) informativi è costituito proprio dal modello digitale del terreno. Un esempio d'attualità è fornito dalle moderne tecniche di raddrizzamento delle immagini telerilevate che utilizzano modelli d'elevazione digitale precedentemente acquisiti, per far coincidere i tematismi dei due supporti. Per *modello d'elevazione digitale* (DEM, *digital elevation model*) o *modello digitale del terreno* (DTM, *digital terrain model*) si intende una rappresentazione in formato digitale di una superficie continua, individuata da valori di posizione puntiformi espressi secondo tre coordinate:  $x$ ,  $y$ ,  $z$  (longitudine, latitudine e quota). I valori di posizione planimetrici ( $x$ ,  $y$ ) sono generalmente espressi secondo un preciso sistema di riferimento geografico (si parla infatti di dati *georeferenziati*), mentre la terza coordinata ( $z$ ) esprime un dato altimetrico, una quota, usualmente riferita al livello del mare. Questa serie di dati numerici, organizzati in un certo modo, in linguaggio informatico è detto *database*. Tale *database* è la ricostruzione ridotta e con un certo grado di approssimazione di una porzione di superficie; è il modello che descrive la fisionomia di un territorio attraverso la semplificazione e reinterpretazione delle sue quote.

### 2. VI. 2. b. *Il modello della superficie del territorio provinciale*

Il modello digitale del territorio in esame è stato realizzato elaborando i dati del microrilievo espressi dalle curve di livello equidistanti 0,5 m. Queste curve costituiscono già un modello di





superficie che, tuttavia, è discontinuo, mancando il dato altimetrico al di fuori dei punti che cadono nelle linee stesse. Pertanto l'operazione che si è compiuta è stata un'interpolazione tra i valori di una curva di livello e la successiva ottenendo, come risultato finale, una matrice di celle (*pixels*) cui corrisponde una quota. Il dato lineare della curva di livello è stato interpolato per ottenere un dato areale, ovvero un piano quotato, una griglia a maglie regolari con valori di quota per ogni maglia.

#### 2. VI. 2. c. *Gli algoritmi di calcolo: strumenti informatici adottati*

Il *database* dei punti quotati, provenienti dalle curve di livello, è costituito da 1.059.962 oggetti. Su questi è stata elaborata una rete a maglia triangolare irregolare (TIN: *triangular irregular network*) attraverso la triangolazione di Delaunay (TSAI V.J.D., 1993; ZHU H., EASTMAN J.R. & SCHNEIDER K., 1999). Questa operazione crea maglie triangolari, partendo da una serie di punti, che hanno queste caratteristiche:

- il triangolo deve essere il più contenuto possibile, cioè il cerchio che circonscrive il triangolo non deve contenere ulteriori punti;
- i triangoli devono essere contigui senza sovrapporsi;
- tutti i punti devono costituire vertice per almeno un triangolo.

Si ottiene, applicando questa procedura, un nuovo *database* grafico costituito dalle linee colleganti i vertici attraverso la rete di triangoli. Questo *database*, pertanto, non fornisce nuovi oggetti o strati informativi permanenti, ma indica il semplice collegamento tra informazioni altimetriche (il valore *z* dei punti quotati): la sua funzione è quella di individuare delle superfici piane corrispondenti ai triangoli e appoggiate sul piano individuato dalle quote dei tre punti.

Il trasporto delle informazioni altimetriche delle singole faccette triangolari su una matrice *raster* costituisce il passo successivo, ovvero la realizzazione del modello di elevazione digitale.

Il metodo può pertanto riassumersi così:

- conversione delle linee quotate (vettoriali) in punti (anch'essi vettoriali);
- creazione di una rete a maglie triangolari irregolari (TIN) secondo i criteri di Delaunay;
- realizzazione di un modello di elevazione digitale a faccette triangolari (*raster*) trasferendo le informazioni quotate dei punti e il collegamento tra essi realizzato dal TIN.

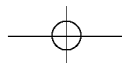
Le operazioni e i metodi descritti sono resi possibili da software GIS (*Geographic Information System*), pacchetti mirati alla gestione, visualizzazione ed elaborazione dei dati geografici.

#### 2. VI. 2. d. *Il Modello Digitale del Terreno*

##### 2. VI. 2. d. (i) *Considerazioni metodologiche sul risultato finale*

Il modello che si è ottenuto dall'interpolazione tra punti quotati consiste in un'immagine *raster*, georeferenziata secondo il sistema chilometrico nazionale fuso est, con una risoluzione di 30 m. Questo valore è stato scelto per opportunità di calcolo e di dimensione dell'immagine che, con tale valore, misura 3036 colonne per 2906 righe. La scena descrive quindi un quadrato che ha lato di circa 90 km. È stato comunque realizzato, con la stessa procedura, anche un modello a maglia di 10 x 10 m per un totale di 9115 colonne e 8715 righe. L'interpolazione in questo caso, ha consentito di disporre di quote contigue ogni 100 m<sup>2</sup> (valore areale del *pixel*) invece che ogni 900 m<sup>2</sup>. È da sottolineare, però, che il dato altimetrico è semplicemente più mediato, ottenendo, nell'immagine a risoluzione maggiore, dei passaggi più graduali tra minimi e massimi relativi poiché, in entrambe le risoluzioni adottate, il rispetto dei valori di pendenza viene garantito sia dalla procedura di elaborazione propria del TIN sia dall'ottima qualità dei dati vettoriali di partenza (curve di livello ben definite).

Il risultato è soddisfacente, anche se si notano alcune incongruenze. Queste sono dovute in parte alla grande distanza tra le curve di livello in zone a pendenze prossime allo 0% e in parte provengono dall'algoritmo di triangolazione che spesso unisce tre punti appartenenti alla medesi-



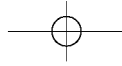
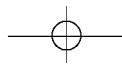
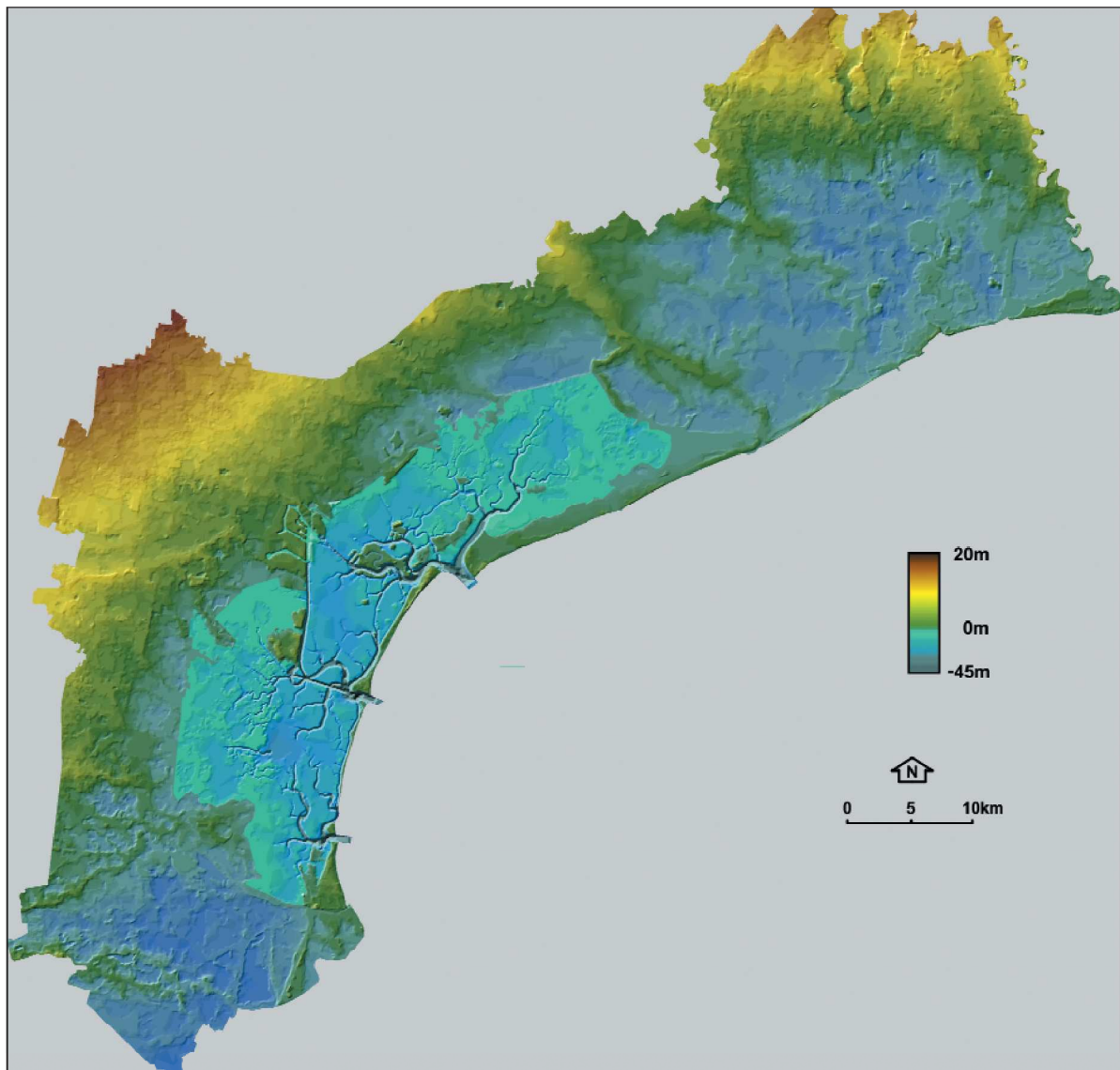


Fig. 2.21. Modello Digitale del Terreno a lumeggiamento e due scale di tinte altimetriche.

ma isoipsa, creando faccette poggianti su un piano parallelo all'orizzontale. Quest'ultimo fenomeno è rimediabile, almeno parzialmente, applicando un filtro sulle isoipse che riduce il numero di punti delle stesse in base a valori di tolleranza assoluta (un punto deve distare da qualunque altro almeno un certo numero di metri) o relativa (distanza minima tra punti

appartenenti alla stessa isoipsa, oppure raffittimento di punti per raggi di curvatura piccoli e sfoltimento di punti su raggi di curvatura più grandi). Algoritmi più sofisticati consentono anche la creazione di punti accessori, atti a creare linee di cresta o di fondovalle tra punti appartenenti alla stessa quota, in modo da aumentare l'effetto plastico. Ad esempio si considerino le



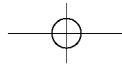
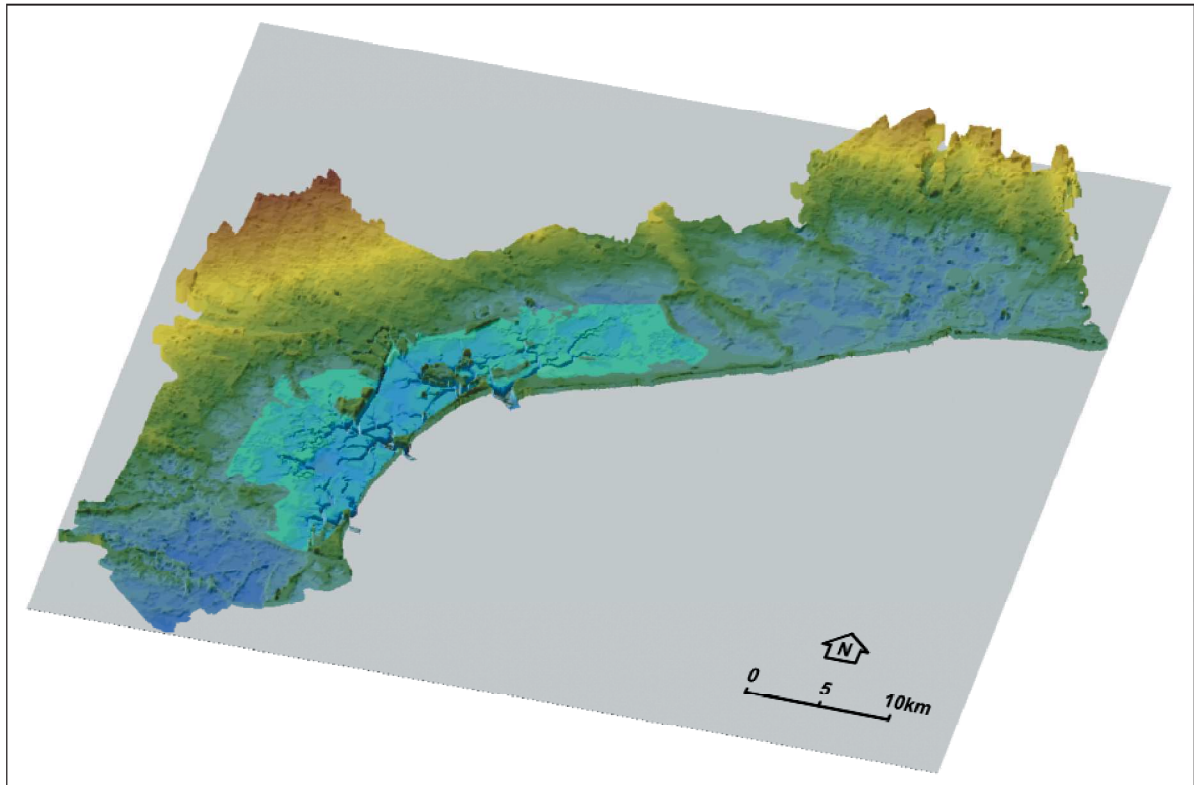


Fig. 2.22. Prospettiva sul territorio provinciale, con la laguna di Venezia a tinte altimetriche differenziate, visto da SSE. Scala altimetrica esagerata. L'esagerazione della scala altimetrica è un procedimento usuale nella visualizzazione di Modelli Digitali del Terreno, soprattutto laddove i dislivelli modesti non consentirebbero una migliore rappresentazione.



curve di livello che rappresentano una cima montuosa: esse descriveranno una serie di curve chiuse e concentriche fino all'ultima, la più corta e più interna, il cui valore di quota è il multiplo maggiore dell'equidistanza tra le curve stesse, ma minore della quota massima del rilievo montuoso. Un'interpolazione TIN su queste curve chiuse creerebbe un rilievo a forma di tronco di cono, attribuendo all'area dell'ultima isoipsa una superficie pianeggiante. L'aggiunta di alcuni punti accessori all'interno di questa stessa isoipsa eviterà tale fenomeno, creando un linea di cresta lungo, più o meno, il diametro maggiore della curva di livello chiusa.

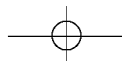
#### 2. VI. 2. d. (ii) *Elaborazioni ulteriori*

Dal modello del terreno è possibile ottenere, con semplici operazioni, variabili derivate come il calcolo della pendenza, la direzione di massima

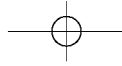
pendenza e il rilievo lumeggiato. Quest'ultimo, combinato in trasparenza con tinte altimetriche, consente una facile e immediata visualizzazione della topografia.

È chiara l'evidenza che supporti di questo tipo forniscono non solo al ricercatore o ai diversi addetti ai lavori, ma anche al comune lettore, non esperto di questioni geomorfologiche o topografiche: il rilievo che assumono dossi fluviali, ghebi e canali lagunari, apparati dunari e aree depresse attorno alle lagune, illustra la complessità del territorio lasciando affiorare tracce importanti dei processi evolutivi che lo hanno creato.

Strumento di sintesi e allo stesso tempo di analisi, il modello del terreno, per quanto approssimato, fornisce certi dettagli difficilmente rilevabili da altri supporti. Perfino la rappresentazione a curve di livello della topografia spesso non consente di ottenere un quadro così poten-







temente sintetico: eppure esso fornisce, sostanzialmente, la stessa informazione.

Molti pacchetti informatici per la gestione di questi dati permettono anche viste in prospettiva dei dati, naturale applicazione proprio su un *database* altimetrico come il modello d'elevazione del terreno. La fig. 2.22 fornisce un esempio in tal senso.

## CAPITOLO 2. VII.

### LA CARTOGRAFIA STORICA

di Paola Furlanetto e Sandra Primon

#### 2. VII. 1. UN'APPLICAZIONE DELLA CARTOGRAFIA STORICA ALLA GEOMORFOLOGIA: IL PROGETTO IMAGO

(di P. Furlanetto)

Le aree della pianura della provincia di Venezia comprese tra il Tagliamento e l'Adige sono il risultato della sovrapposizione dei processi morfogenetici legati sia alla frequentazione umana, documentata fin dalla preistoria, che all'evoluzione naturale. In particolare l'assetto idrologico attuale dell'asta del Piave, del Sile, del Livenza, del Tagliamento e del Brenta in pianura è il risultato di una lunga e complessa serie di fenomeni naturali e interventi antropici, spesso non singolarmente riconoscibili. Risalgono al XIII secolo i primi interventi dell'uomo nel corso del Piave in pianura, quando arginature e opere di derivazione hanno interessato la parte alta del fiume. A partire dal XV secolo opere idrauliche vere e proprie hanno caratterizzato invece il tratto inferiore del fiume a valle di San Donà di Piave, modificando profondamente l'assetto idrografico di tutta la pianura. Scopo principale degli interventi progettati dalla Repubblica di Venezia, a partire dal XV secolo, fu soprattutto la difesa e la tutela della laguna; solo in un secondo tempo, in seguito allo spostamento degli interessi amministrativi ed economici di Venezia in terraferma,

diventò importante anche il controllo e la gestione del territorio interno, ambiente nel quale il fiume e il suo equilibrio idraulico assumono un ruolo di primaria importanza. Le parole di Cristoforo Sabbadino denunciano una preoccupazione tanto profonda per un equilibrio delicato come quello della laguna che, così si rivolge a Venezia, inconsapevole della sua fragilità:

*Gli fiumi, l'mar egl'homeni tu hai  
Per inimici, l'provi e non lo credi  
Non tardar, apri gl'occhi, e mov'ì piedi:  
Che quando l vorrai far poi non potrai*

e consiglia:

*Rimuovi i fiumi: et alle voglie ingorde  
Degl'homin poss'l freni che voglia l mare,  
Restato sol, sempre t'havrà hobedita.*

Un'attenzione costante e prolungata nei secoli e un'estrema perizia e competenza nell'individuare e risolvere i problemi idraulici si rivelano nella ricca raccolta cartografica e nell'abbondante *corpus* di leggi emanate dalle magistrature veneziane che precedono, accompagnano e seguono le varie fasi della progettazione e realizzazione delle opere idrauliche (CANIATO, 1988). La cartografia storica ci restituisce quindi un'immagine precisa della realtà geografica del tempo, in molti casi interpretata, progettata o soltanto voluta dall'Autore (BASO & SCARSO, 2003; SECCHI, 2003), unica e preziosa testimonianza di quei fenomeni che, come scrive MARINELLI (1881) «nessuna descrizione orale o scritta poteva bastare ad esporli». Lo studio della cartografia storica e delle fonti documentarie a partire dal '500 permette di descrivere e riconoscere i grandi interventi di deviazione dei fiumi e di regolazione operati dalla Serenissima per allontanare le acque dolci dalla Laguna. Altri e differenti intenti caratterizzano la cartografia storica veneziana tra il XVI e il XVIII secolo: infatti, oltre al vivace dibattito scientifico sollevato dai progetti del proto del Magistrato alle Acque Cristoforo Sabbadino prima e da Tommaso Temanza,

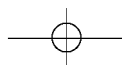


Fig. 2.23. Località in territorio di San Donà. Settore della Bedogia tra il Piavon e la Grassaga di Ercole Peretti, 1633 (ASVE, Beni Inculti Treviso-Friuli, ds. 422-16b-1a).

Tommaso Scalfurotto e Matteo Lucchesi nel secolo successivo, le preoccupazioni dei veneziani si rivolgono anche alla progettazione e realizzazione delle difese a mare e delle bocche di porto e alla costruzione di opere fortificate per garantire una efficace portualità e difesa militare della città di Venezia. Una così vasta e intensa attività cartografica comprende anche carte di tipo amministrativo-fiscale, di tipo puramente descrittivo, ma anche celebrativo, per esaltare unicità e inimitabilità della laguna come straordinario contesto naturale della città di Venezia (TONINI, 2003). Tecniche di rilevamento, di elaborazione e grafica diverse e scopi e finalità tanto differenti hanno inevitabilmente condizionato la rappresentazio-



ne e la scelta dei tematismi e determinano il diverso grado di affidabilità e fedeltà di ciascuna carta alla realtà geografica del tempo. È necessario quindi, per chiunque affronti uno studio cartografico finalizzato alla restituzione grafica territoriale, sottoporre a verifica e valutazione critica ciascuna carta, affiancare all'analisi cartografica studi specialistici di tipo storico-archivistico e disporre sempre di un campione di carte storiche significativo e rappresentativo. Esempio a questo proposito lo studio affrontato da FERSUOCH (1995) relativo al territorio di San Leonardo in Fossa Mala, in cui una felice integrazione di indagini di tipo storico, archivistico, cartografico e archeologico ha permesso la restituzione territoriale dell'area nel medioevo (vedi paragrafo 4.V.2.b.(iii) in questo volume).

Durante l'elaborazione della carta geomorfologica è stato possibile utilizzare la Banca Dati cartografica informatizzata IMAGO, progettata e in corso di realizzazione da parte di A. Bondesan e P. Furlanetto, con la collaborazione di A. Rasador e S. Paquola. Finanziata dal Consorzio Venezia Nuova-Servizio Informativo, e sulla scorta di una convenzione con l'Archivio di Stato di Venezia, la sua realizzazione è stata preceduta dallo spoglio di circa 2500 carte già inventariate conservate all'Archivio di Stato di Venezia e Treviso. Sono stati consultati i seguenti fondi: Savi ed Esecutori alle acque, serie Piave, Sile, Brenta, Adige, Livenza, Laguna, Lidi, Tagliamento; Beni Inculti Treviso-Friuli; Relazioni Periti; Processi; Miscellanea Mappe. Sono state selezionate 300 carte scelte in base all'autore, al secolo, all'area, alla finalità e alle caratteristiche delle carte. Ciascuna scheda informatizzata contiene l'immagine della carta in formato *raster* e otto sezioni dove sono inserite tutte le informazioni relative alla carta. Si tratta di una scheda di nuova concezione che non solo risponde alle esigenze tradizionali di tipo archivistico-documentario (relative all'inventariazione e alla catalogazione delle carte, secondo le norme elaborate dal *Centro di documentazione per il catalogo dei beni archivistici*) ma prevede una sezione

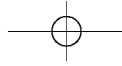
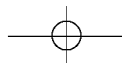


Fig. 2.24. *Conterminazione della laguna da Marghera a Fusina di Ottaviano Medici, 1628* (ASVE, SEA, Laguna, ds. 41).

descrittiva nella quale vengono riportati tutti gli elementi costitutivi presenti, come toponimi, idronomi, uso del suolo, e una parte interpretativa dove la carta viene letta, confrontata e interpretata attraverso l'analisi geomorfologica. Per le carte significative e rappresentative per caratteristiche e datazione e ritenute idonee è prevista la georeferenziazione e, una volta riportate alla scala prescelta, la loro restituzione grafica in forma digitale. All'immagine *raster* è affiancata l'immagine della Carta Tecnica Regionale in cui è riportata l'estensione della carta; completano le informazioni i riferimenti bibliografici e il collegamento ipertestuale con i testi originali di riferimento. Si sono rivelati estremamente proficui la consultazione e l'utilizzo della cartografia storica nell'elaborazione della carta geomorfologica. Il confronto tra i percorsi rappresentati nelle carte storiche con il reticolo fluviale moderno e la carta geomorfologica ha consentito in molti casi, ad esempio per l'area del basso corso del Piave, di discriminare i corsi d'acqua artificiali da quelli naturali e di ricostruire, quando possibile, la loro origine ed evoluzione e di riconoscere anche i tracciati artificiali coincidenti in parte con tracce di idrografia naturale preesistente (BONDESAN & FURLANETTO, 2000a; 2000b, vedi scheda "Le grandi opere di diversione fluviale nel basso Piave" di A. BONDESAN e P. FURLANETTO, in questo volume). La georeferenziazione ha permesso di riportare nella carta geomorfologica molti tematismi presenti nelle carte storiche e non solo di evidenziare il percorso di un fiume oggi deviato o scomparso, ma di riportarlo in carta con buon grado di precisione e, in alcuni casi, di metterlo in relazione con un paleoalveo identificato attraverso la fotointerpretazione. È stato possibile riconoscere e identificare le tracce di antichi corsi d'acqua tra Sile e Piave, come il corso antico del Meolo, oggi canalizzato, le cui tracce sono parzialmente visibili nel paleoalveo riportato nella carta geomorfologica e attraversato in epoca romana, nei pressi della Fossetta, da un ponte sulla *via Annia* (ASVE, SEA, Diversi ds. 3; IMAGO 49, fig. 4.31; ASVE, Beni Inculti

Treviso-Friuli, ds. 481-58-2b, 1612; IMAGO 145, fig. 4.36). Le carte storiche più antiche conservano segni evidenti di antiche divisioni agrarie di epoca romana, oggi scomparse o illeggibili, cancellate da bonifiche della prima metà del '900 o urbanizzazioni recenti. Tracce di antichi *limites*, di cui oggi rimane segno nei canali artificiali, riferibili alla centuriazione di Oderzo sono visibili in una carta del XVII secolo di Ercole Peretti a est di S. Donà, alla sinistra idrografica del Piave



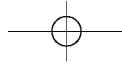
(ASVE, Beni Inculti Treviso-Friuli, ds. 422-16b-1a, 1633, IMAGO 153; fig. 2.23). Alcune carte del XVI secolo riportano tracce di *limites* che possono essere attribuiti alla centuriazione altinate nell'area di Ca' Tron a nord della Fossetta, in un'area che, nelle carte di epoche successive, risulta occupata dai boschi di San Cipriano e Musestre (ASVE, Beni Inculti Treviso-Friuli, ds. 481/58/2b, 1612, IMAGO 145, fig. 4.36). Sono stati riconosciuti e, dove possibile, georeferenziati e cartografati, molti tratti relitti del percorso della *via Annia*: alcuni parzialmente conservati, come ad esempio la strada detta "de Orlando", riconoscibile oggi nei pressi di Mestre come via Orlanda, altri integrati in direttrici moderne, altri ancora scomparsi (ASVE, SEA, Laguna, ds. 41, 1628, IMAGO 157; fig. 2.24). La cartografia storica, utilizzata come strumento di supporto e verifica ai dati forniti dalla fotointerpretazione e archeologici, ha reso possibile la ricostruzione del tracciato dell'antica via da Mestre al Tagliamento e ha messo in evidenza continuità e discontinuità d'uso della strada dall'età romana ad oggi. Una lunga storia accompagna il percorso della via tra Sile e Piave: ad esempio il tratto a sud della Fossetta nei pressi di Bellesine viene indicato nelle carte storiche più antiche con il significativo toponimo *strata detta La Giarina* (ASVE, Beni Inculti Treviso-Friuli, ds. 481-58-3, 1598; IMAGO 146; Fig. 4.37), parallelo ad una fossa, riportata in altre carte del XVI secolo come Fossa Nuova, oggi coincidente con il Fosso Gorgazzo (ASVE, SEA, Diversi ds. 3, 1547, IMAGO 49; fig. 4.31) lungo il quale sono stati trovati alcuni miliari (BASSO, 1986; 1996). Lo stesso tratto nel 1700 compare come "via confina con le valli" (ASVE, SEA, Relazioni Periti b., 934, ds. 5, 1778; IMAGO 326). Ai fini di una ricostruzione territoriale si è rivelato importante anche lo studio dei toponimi; la loro presenza e rappresentazione nelle carte storiche è frequente e fornisce una testimonianza preziosa circa la trasformazione e l'uso del suolo in questi secoli. Ad esempio nelle carte del XVI e XVII secolo si trova l'indicazione «prati, pascoli e paludi» e «valli e

paludi» nell'area tra Sile e Piave lungo la Fossetta e «pradi e paludi» compare anche nell'area di Iesolo in destra idrografica del fiume (ASVE, SEA, Diversi, ds. 97, 1789, IMAGO 65; ASVE, SEA, Piave, ds. 31; 1688, IMAGO 26, fig. 4.26), una vera e propria memoria storica di una realtà ormai scomparsa.

## 2. VII. 2. LA CARTOGRAFIA STORICA UTILIZZATA PER LA CARTA GEOMORFOLOGICA

(di S. Primon)

La cartografia storica è stata ripetutamente impiegata in passato per ricostruire l'antico paesaggio e studiare le trasformazioni idrauliche, geomorfologiche e ambientali del territorio. È cospicua la letteratura in proposito e in particolare la scuola geografica del Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova ha seguito spesso in passato questa via che si è rivelata estremamente proficua, sia nei territori veneziani, dove la cartografia storica è particolarmente accurata e ricca, sia in altre località del globo. La possibilità di consultare studi precedenti e la disponibilità della cartografia storica attraverso la raccolta *in itinere* delle carte storiche del progetto IMAGO ha fornito abbondante materiale per attuare tali ricostruzioni, per confermare o smentire alcune ricostruzioni sulle passate vicende evolutive della pianura e infine per inserire nuovi tematismi. In particolare, la consultazione di un lavoro di L. CISOTTO del 1968 "Confronti fra lo stato attuale della laguna di Venezia e quello risultante da una carta del 1534 e da altri documenti relativi alla vecchia laguna rinascimentale" ha fornito lo spunto per l'individuazione di alcuni tratti importanti dell'antico assetto geografico della laguna. L'Autore, allo scopo di ricavare indicazioni anche di tipo quantitativo sull'erosione subita dal fronte della laguna morta durante gli ultimi quattro secoli, ha messo a confronto la carta rilevata per commissione dei Savi e Provveditori delle Acque nell'anno 1534 dal misuratore di terre Nicolò dal Cortivo (fig. 2.26), integrata dall'analisi



si di due carte contemporanee di Cristoforo Sabbadino (1546 e 1554), con una carta redatta alla scala 1:50.000 dall'Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque nel 1931. Dopo aver fotografato e riprodotto la carta più antica in dimensioni adatte al confronto con la carta più recente, Cisotto ha ottenuto una carta riassuntiva (fig. 2.25) riprodotta fedelmente nella tavola di M. Zanetti tratta da DORIGO (1995b). CISOTTO (1968, p. 76) specifica che nell'effettuare il confronto tra le due carte (reso possibile in questo caso mediante la sovrapposizione manuale dei due elaborati) ha dovuto adottare «una certa elasticità d'interpretazione dei segni e delle misure» ma che, comunque, ha accertato una marcata corrispondenza tra i due documenti sia nelle loro linee generali sia nei particolari e che proprio la ricchezza di particolari topografici della carta più antica ha reso possibile il confronto tra le due.

Nella carta geomorfologica la linea corrispondente al "margine interno della laguna desunto da cartografia storica" per la parte relativa al bacino meridionale (XVI secolo) è stata ripresa dalla carta riassuntiva di Cisotto in quanto, in questo specifico caso, la riproduzione manuale è risultata più precisa di quella digitale. Infatti nella carta di Nicolò dal Cortivo la parte relativa alla laguna viva, cioè la parte sommersa compresa tra il margine della barena e il cordone litoraneo, è priva di particolari (mancano ad esempio i segni relativi ai canali lagunari mentre le isole sono riportate con dimensioni non corrispondenti alla realtà); di conseguenza mancano i punti di riferimento essenziali per la georeferenziazione di una immagine che Cisotto ha sostituito utilizzando le due carte del Sabbadino.

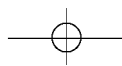
Tutti gli altri elementi desunti da cartografia storica riportati nella carta geomorfologica sono stati invece ricavati mediante la georeferenziazione e la digitalizzazione di alcune carte storiche precedentemente selezionate.

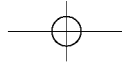
Pur esistendo delle difficoltà e incertezze nell'attuare questo tipo di metodologia (derivanti dalle diverse tecnologie applicate per la realizzazione della cartografia antica rispetto a quella

moderna) e utilizzando di conseguenza le informazioni derivate da questa analisi con le dovute precauzioni, nella maggior parte dei casi si sono ottenuti ottimi risultati, rilevando spesso una marcata corrispondenza (come già aveva intuito CISOTTO, 1968) tra le carte antiche o, più precisamente, tra alcune carte antiche e le carte di moderna concezione.

I numerosi documenti cartografici che sono pervenuti fino ai giorni nostri sono stati realizzati nel passato grazie all'azione politica della Repubblica di Venezia che intendeva soprattutto difendere e mantenere l'integrità lagunare. A questo scopo l'attività principale dei funzionari della Serenissima fu quella di intervenire soprattutto sul comportamento dei corsi d'acqua, sia grandi che piccoli, ma anche di limitare l'utilizzazione del territorio lagunare da parte dell'uomo (BEVILACQUA, 1992).

La testimonianza di tale attività ci è pervenuta attraverso la sola documentazione scritta fino a quasi tutto il XV secolo; le prime tracce cartografiche risalgono infatti alla seconda metà del XV secolo: si tratta di disegni a mano acquarellati su pergamena che raffigurano, nella maggior parte dei casi, particolari della laguna. Durante tutto il XVI secolo sono stati invece redatti documenti cartografici molto importanti da parte dei funzionari della Repubblica di Venezia: essi riassumono la situazione idrografica generale di quel periodo per quanto riguarda sia il settore lagunare che quello di terraferma. Queste prime rappresentazioni cartografiche non sono costruite sulla base di una regolare intelaiatura geometrica ma sono legate solo a punti di riferimento; nonostante ciò mostrano una notevole precisione. A seguito dello studio di materiale archivistico, BEVILACQUA (1992) descrive la tecnica utilizzata per la costruzione delle carte di quel tempo: la posizione di alcuni punti fissi rintracciabili a vista veniva stabilita attraverso l'uso dell'astrolabio; veniva poi costruita una rosa di direzioni sulla quale erano inserite le posizioni dei singoli oggetti e le distanze delle sezioni dei corsi d'acqua. È per questo motivo che le chiese con i rispettivi campanili





venivano prese come punto di riferimento e perciò spesso si ritrovano sulle carte dell'epoca. Bevilacqua conclude specificando che il rilievo cartografico nel XVI secolo costituiva già una operazione altamente specializzata per il tempo e che il paesaggio rappresentato nelle carte acquista una notevole aderenza alla realtà nonostante il problema dei valori angolari che a volte possono dare grossi scarti.

## 2. VII. 3. LA GEOREFERENZIAZIONE (di S. Primon)

La georeferenziazione, o geocodifica, di una immagine *raster* consiste nell'assegnare delle coordinate geografiche all'immagine stessa in modo che quest'ultima sia sovrapponibile a carte topografiche e tematiche. La sovrapposizione si ottiene mediante processi digitali di rettifica e ricampionamento: la rettifica è il processo mediante il quale la griglia (composta da righe e colonne) dell'immagine originale viene trasformata in un nuovo reticolo con l'utilizzo di polinomi adeguati; il ricampionamento è il procedimento che porta al riallineamento dei valori dei *pixel* relativi alla nuova griglia in funzione dei valori dei *pixel* originari. Il processo di rettifica si effettua individuando una serie di punti di controllo ricavabili o da una cartografia adeguata (deve avere una scala almeno 10 volte superiore a quella dell'immagine originale) o da un'immagine di riferimento precedentemente georeferenziata (MASSIRONI, 1998).

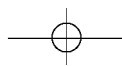
Per la geocodifica delle carte storiche selezionate nell'ambito della realizzazione della carta geomorfologica sono stati applicati entrambi questi metodi. La cartografia di riferimento utilizzata è la CTR in scala 1:5000 in formato vettoriale; il problema principale per la georeferenziazione è stato quello di individuare un numero sufficiente di punti di controllo comune a entrambe le carte. Per le carte storiche che rappresentano ampie porzioni di territorio si poteva contare soprattutto sulla presenza dei segni rela-

tivi alle aste fluviali dei corsi d'acqua principali che, pur essendo stati modificati numerose volte nel corso dei secoli, hanno lasciato sul terreno tracce ben riconoscibili. Più problematico si è rivelato il reperimento di punti di controllo in laguna, talora per il fatto che il settore lagunare nelle carte storiche si rivelava privo di informazioni (come nel caso della carta di Nicolò dal Cortivo del 1534), altre volte per l'inesattezza dei segni o per l'esagerazione nelle dimensioni dei vari elementi riportati. Bisogna inoltre considerare che in questo settore si sono verificate le maggiori modifiche negli ultimi 500 anni, sia per l'intervento dell'uomo sia per il carattere estremamente mutevole proprio dell'ambiente lagunare.

Per superare questo primo ostacolo si è pensato di utilizzare come riferimento una immagine meno recente delle CTR: la *Carta del Regno Lombardo Veneto* del 1833 da cui trae origine la cartografia ufficiale d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare dopo l'Unità (CASTI MORESCINI, 1988). Si tratta di una carta redatta dall'Ente ufficiale dell'Impero Austriaco che adottando un sistema simbolico e codificando il metodo di rilevazione in effetti anticipa i prodotti cartografici moderni: il territorio rappresentato rimane fedele alla cartografia attuale sia nella geometria che nelle proporzioni. Inoltre in questa carta sono segnati con dovizia di particolari tutti gli elementi idrografici sia in terraferma che in laguna risalenti al periodo precedente alle grandi trasformazioni territoriali del XX secolo: molti di questi elementi, non più rilevabili nella cartografia attuale, trovano invece riscontro nelle carte più antiche.

Si è proceduto quindi alla georeferenziazione della *Carta del Regno Lombardo Veneto* ottenendo ottimi risultati: solo pochi punti presentavano evidenti discordanze con la CTR soprattutto nei valori angolari di alcuni canali artificiali lagunari. Dopo la geocodifica, la carta del 1833 è stata utilizzata come immagine di riferimento per la georeferenziazione delle carte più antiche.

Dopo una prima geocodifica di massima delle carte storiche è stata effettuata una ulteriore sele-



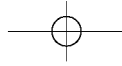
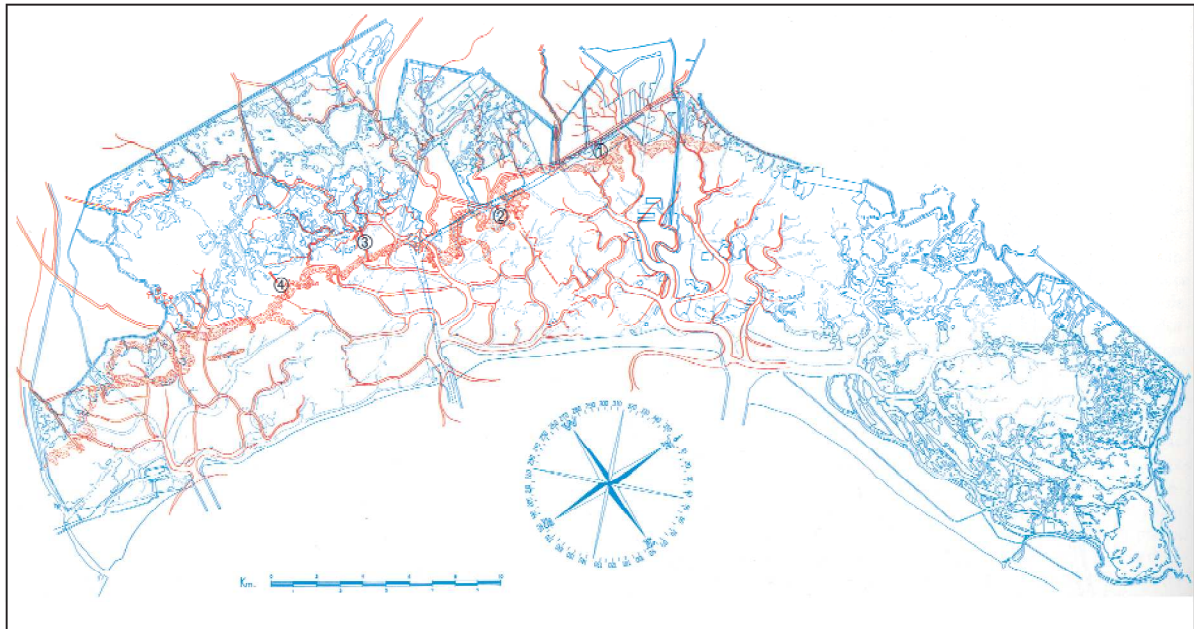


Fig. 2.25. Riproduzione di M. Zanetti della tavola elaborata da CISOTTO (1968) nel lavoro *Confronti fra lo stato attuale della laguna di Venezia e quello risultante da una carta del 1534 e da altri documenti relativi alla vecchia laguna rinascimentale* (da DORIGO, 1995b).

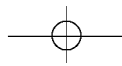


zione. Sono state infatti scartate le carte che, pur avendo una notevole quantità di informazioni, non potevano essere prese in considerazione per l'assenza di una qualsiasi coerenza con la cartografia attuale: di conseguenza le carte risalenti alla prima metà del '500 di Cristoforo Sabbadino non sono state utilizzate, mentre quelle della stessa età di Nicolò dal Cortivo hanno rivelato una sorprendente corrispondenza con la topografia attuale. Le carte risalenti al XVII e XVIII secolo si sono dimostrate, nella maggior parte dei casi, più precise e più ricche di particolari rispetto alle carte del secolo precedente, soprattutto per il settore lagunare.

Una volta selezionate le carte più idonee e, in particolare, le porzioni di queste da cui si intendeva trarre l'informazione, sono stati ritagliati dei riquadri dalle immagini *raster* di partenza i quali, a loro volta, sono stati ulteriormente geocodificati. Mentre durante il primo stadio del processo di georeferenziazione è stato inserito un numero minimo di punti di controllo selezionati tra i più sicuri (incroci di strade, tratti di fiumi o canali artificiali), nella seconda fase si è cercato di far aderire il più possibile la carta sto-

rica con la CTR attuale. Procedendo per piccole aree è stato inserito un numero considerevole di punti di controllo utilizzando tutto ciò che poteva essere preso come riferimento tra le due cartografie. Per quanto riguarda la terraferma si sono rivelati di essenziale importanza i paleoalvei che, in molti casi, rappresentano corsi d'acqua ancora attivi 500 anni fa e quindi riconoscibili tra gli elementi idrografici rappresentati nella carte dell'epoca. Per il settore lagunare non è stata evidenziata una variazione sostanziale nel tracciato dei canali lagunari se non per quelli artificiali, oppure nella forma dei lidi: entrambi sono serviti come riferimento per la georeferenziazione delle aree lagunari. Le aree barenicole, che hanno subito le maggiori trasformazioni, non sono mai state prese in considerazione.

Solo dopo questa seconda fase del processo di geocodifica, i vari elementi scelti dalle carte storiche per la loro importanza a livello interpretativo sono stati digitalizzati e opportunamente iscritti nella carta geomorfologica. Naturalmente bisogna tenere presente che tali elementi, nella maggior parte dei casi, hanno un valore



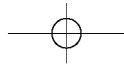
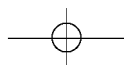
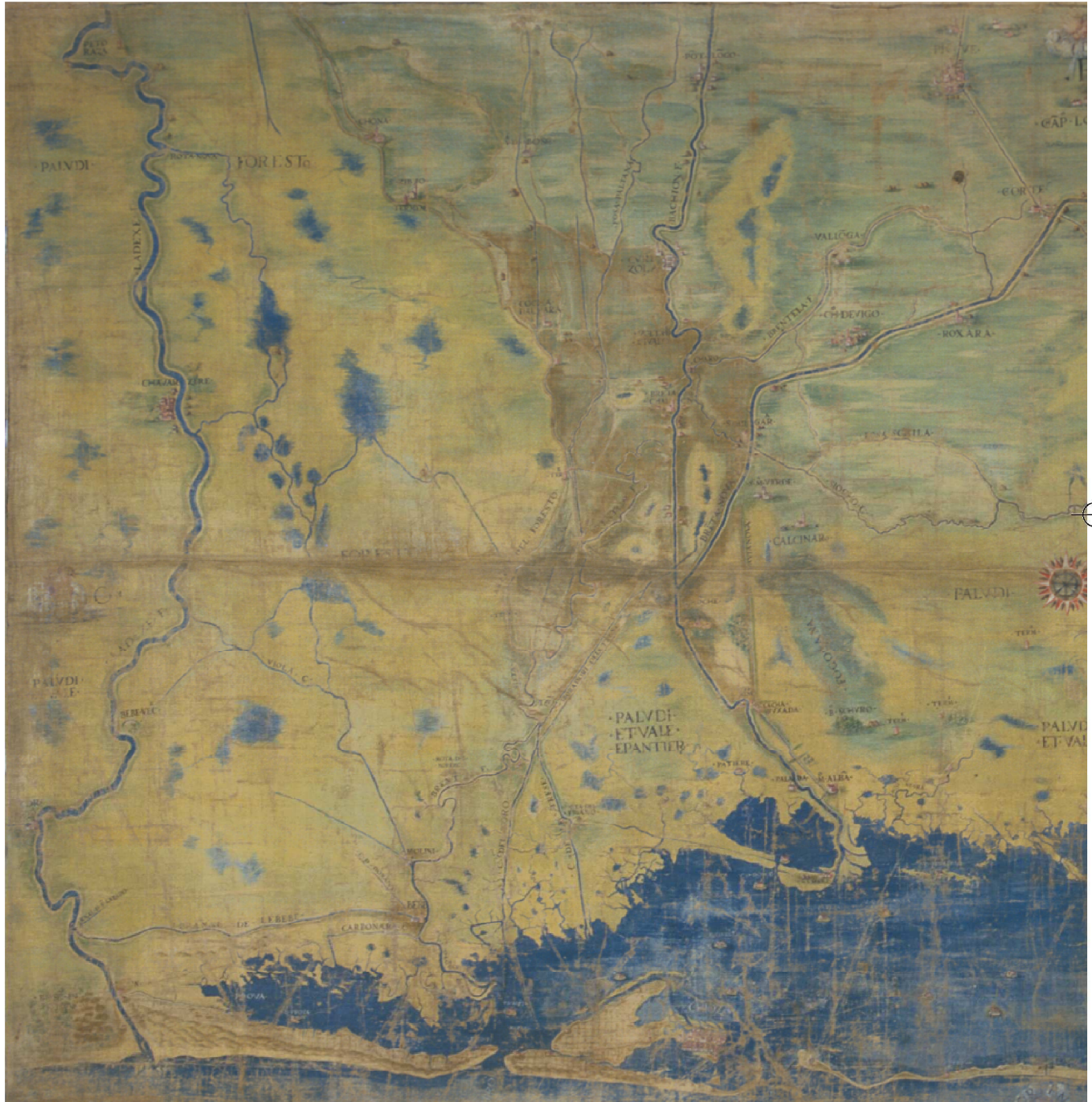


Fig. 2.26. *Laguna di Venezia e Chioggia con i litorali di Malamocco e Pellestrina, l'entroterra fino a Piove e Palvello, tra Marghera San Giuliano e l'Adige di Nicolò dal Cortivo, 1534 (ASVE, SEA, Laguna, ds. 3).*





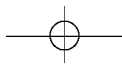
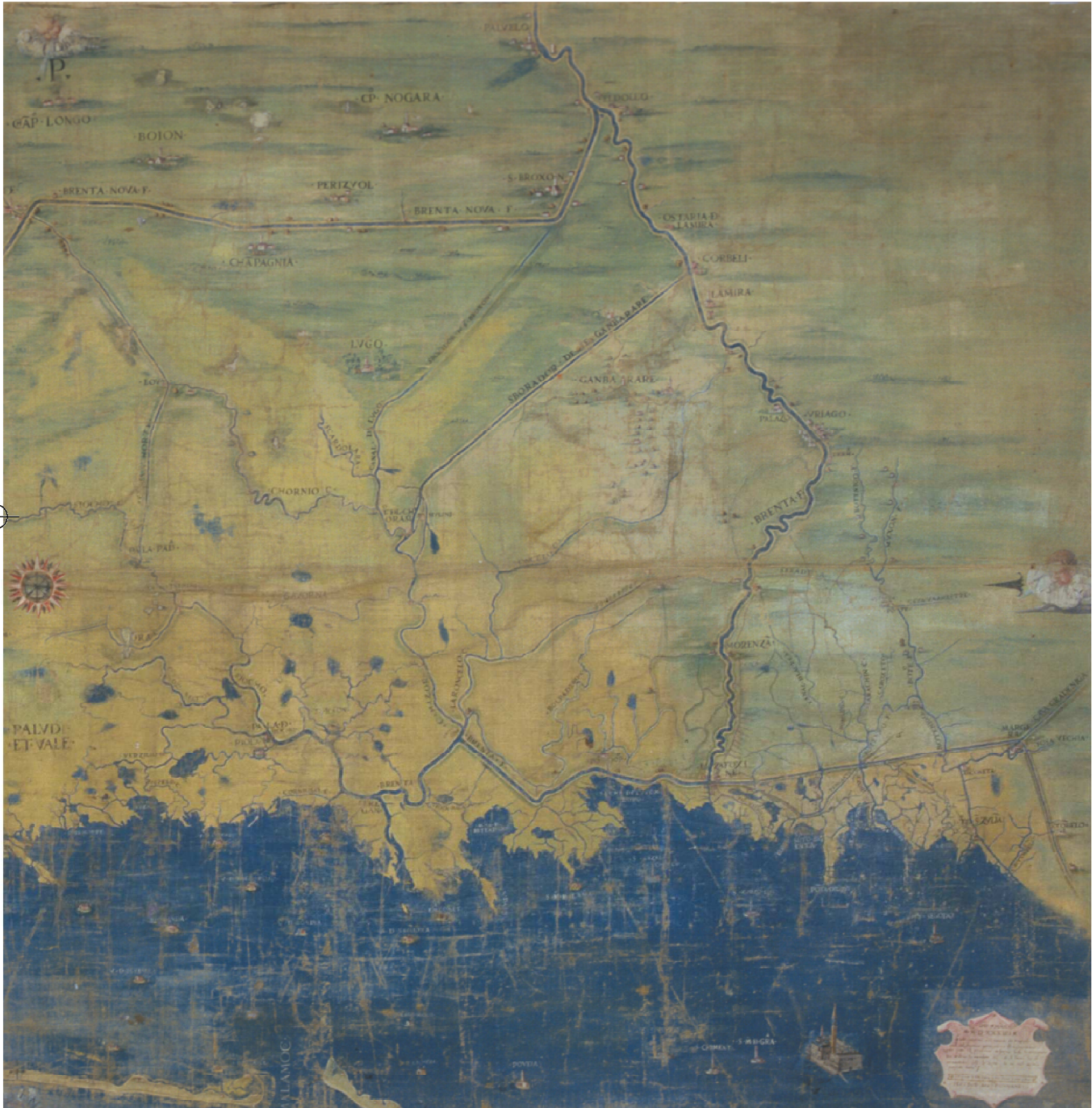
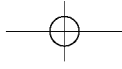


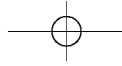
Fig. 2.27. Piave ed altri fiumi. Regolazione del Piave, Livenza, Sile, Zero e altri fiumi minori del territorio, confluenti nel mare, 1639 (ASVE, SEA, Piave, ds. 15/a).

puramente indicativo in quanto sono affetti da un errore formale di partenza che può dipendere sia dal disegno originale (errori legati alla tecnica di rappresentazione) sia dal processo di georeferenziazione (errori legati alla scelta dei punti di controllo). Questi elementi, comunque, in

qualche caso sono serviti per avvalorare o, al contrario, confutare ipotesi formulate sulla base di altre osservazioni.

Nella maggior parte dei casi la non perfetta coincidenza tra i paleoalvei e i tracciati desunti da cartografia storica non dipende solo da errori



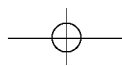


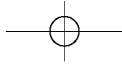
di tipo cartografico, ma soprattutto dal fatto che la fotografia aerea da cui è stata tratta la traccia del paleovalveo fissa il momento della cessata attività di quel corso d'acqua che naturalmente non coincide con il momento in cui è stato disegnato nella carta storica. Nell'intervallo di tempo tra-

scorso tra i due avvenimenti sicuramente le caratteristiche morfologiche del corso d'acqua sono mutate ma, come si può osservare nella carta geomorfologica, a volte si tratta di cambiamenti di scarsa entità.

I tematismi relativi al territorio provinciale veneziano desunti da cartografia storica e le carte storiche da cui sono stati rispettivamente tratti sono:

- "antico corso fluviale" (ASVE, SEA, Laguna, ds. 3, 1534, IMAGO 80, fig. 2.26; ASVE, SEA, Laguna, ds. 41, 1628, IMAGO 157, fig. 2.24);
- "dosso fluviale in laguna" (ASVE, SEA, Laguna, ds. 39II, 1610, IMAGO 94, fig. 4.66; ASVE, Miscellanea Mappe, 683, 1711, IMAGO 230, fig. 4.97);
- "margine lagunare" (Angelo Emo 1763 rivista da Antonio De Bernardi negli anni 1843-44);
- "margine interno lagunare e linea di riva" (CISOTTO, 1968; ASVE, SEA, Piave, ds. 15/a, 1639, IMAGO 16, fig. 2.27);
- "antico canale lagunare" (ASVE, SEA, Laguna, ds. 53, 1677, IMAGO 100, fig. 4.65; ASVE, SEA, Laguna, ds. 74, 1692, IMAGO 107, fig. 4.77; ASVE, SEA, Piave, ds. 26, 1684, IMAGO 23; ASVE, SEA, Piave, ds. 23, 1679, IMAGO 22, fig. 4.62; ASVE, Raccolta Terkuz, ds. 25, XVI secolo, IMAGO 329, fig. 4.78; ASVE, SEA, Laguna, ds. 41, 1628, IMAGO 157, fig. 2.24);
- "cordone litoraneo antico" (ASVE, SEA, Laguna, ds. 3, 1534, IMAGO 80, fig. 2.26);
- "isola sommersa" (ASVE, SEA, Laguna, ds. 74, 1692, IMAGO 107, fig. 4.65);
- "traccia di antica bocca lagunare" (ASVE, SEA, Laguna, ds. 3, 1534, IMAGO 80, fig. 2.26; ASVE, SEA, Piave, ds. 15/a, 1639, IMAGO 16, fig. 2.27; ASVE, SEA, Piave, ds. 129, 1675, IMAGO 44; ASVE, SEA, Diversi, ds. 129, IMAGO 74);
- "linea di riva" (Angelo Emo 1763 rivista da Antonio De Bernardi negli anni 1843-44);
- "limite della spiaggia intertidale" (Angelo Emo 1763 rivista da Antonio De Bernardi negli anni 1843-44);
- "idronimo antico" (per quanto riguarda il solo settore lagunare all'idronimo è stato dato lo stes-





so colore del tematismo di riferimento).

Tutti gli elementi relativi al territorio della laguna di Caorle e Bibione sono stati ricavati dalla carta di Alvise Scola, Francesco Alberti e Giacomo Fabris del 1644 (ASVE, SEA, Laguna, ds. 44, 1644, IMAGO 95, fig. 4.101).

## CAPITOLO 2. VIII.

### L'ARCHEOLOGIA

di Paola Furlanetto

#### 2. VIII. 1. LA METODOLOGIA DI RICERCA

L'indagine archeologica è stata finalizzata all'acquisizione dei dati relativi alla frequentazione e al popolamento del territorio della provincia di Venezia in età antica, con particolare attenzione alla diacronia, alle risorse, alle attività produttive e al contesto ambientale.

La ricerca vera e propria è stata preceduta dalla scelta di un metodo adatto alle caratteristiche del tutto particolari e alle finalità della carta geomorfologica. La ricognizione delle metodologie adottate in altri ambiti di ricerca e l'analisi dei prodotti cartografici e delle esperienze scientifiche a carattere nazionale e internazionale, hanno fornito preziose indicazioni in tal senso. Sono molti i testi consultati che hanno in qualche modo contribuito all'adozione del metodo di lavoro. Risulta estremamente vivace il dibattito metodologico sull'elaborazione delle carte archeologiche, soprattutto rivolto alla pianificazione e valorizzazione del territorio, che coinvolge enti di ricerca e amministrazioni in tutta Italia (AZZENA, 1989, 1992; FRANCOVICH *et alii*, 2001; SOMMELLA, 1999; TURCHETTI, 1999; GATTI & MOSCHETTI, 1999; VASCELLI VALLARA *et alii*, 1999; GUERMANDI, 1999, 2001; DE MARINIS & DALL'AGLIO, 1999; PASQUINUCCI & SIGNORE, 1999; SALVINI, 1999; FRANCOVICH & VALENTI, 1999). Uno dei primi esempi di carta archeologica è la *Forma*

*Italiae*, Carta Archeologica d'Italia, coordinata dall'Istituto di Topografia dell'Università di Roma, concepita alla fine del 1800 e tuttora in corso. Si tratta di un'opera a carattere monografico e analitico che ha come finalità primaria la tutela. Utilizza come base cartografica le tavolette IGM 1:25.000 e consiste nella redazione di una carta delle presenze archeologiche del territorio nazionale corredata da schede che descrivono i siti (SOMMELLA, 1987, 1989, 1992; AZZENA, 2001). Una nuova metodologia caratterizza le carte archeologiche recenti; tra queste si segnalano quelle del Veneto (CAPUIS *et alii*, 1988; 1990; 1992; 1994), della Lombardia relative alle province di Bergamo, Brescia e Lecco, dell'Emilia e della Toscana (CASINI, 1994; CAMBI, 1986; ROSSI, 1991; 1996; POGGIANI KELLER, 1993; VALENTI, 1995; QUILLICI GIGLI & QUILLICI, 2001; 2002). Esse utilizzano i fogli dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:100.000 e solo in alcuni casi, come ad esempio la Lombardia, le tavolette in scala 1:25.000, come base di lavoro, e 1:100.000 per la stampa definitiva. Queste carte forniscono in una scheda tutte le indicazioni topografiche e cronologiche dei siti e coprono un ambito cronologico compreso tra la preistoria e l'età romana e, solo in pochi casi, l'età medievale. Si tratta di censimenti del conosciuto, veri e propri "repertori", e consistono, secondo la definizione degli stessi curatori, in «un complessivo riordino di informazioni di natura per lo più varia e disomogenea per motivi di ordine ambientale e storico-antropico» (CAPUIS *et alii*, 1988, p. 22). In particolare i volumi della Carta Archeologica della Lombardia si possono considerare come tra i più moderni strumenti di conoscenza e consultazione: l'analisi procede per province, l'ambito cronologico è esteso all'età medievale, e inoltre l'adozione di una scala di lavoro a buona definizione, la presenza di un geologo e geomorfologo e l'utilizzo della Carta Tecnica Regionale ne fanno un ottimo e completo prodotto scientifico. Per la prima volta vengono proposte chiavi di lettura dei dati archeologici, attribuendo i dati a un quadro storico di riferimento e fornendo spunti per una let-

