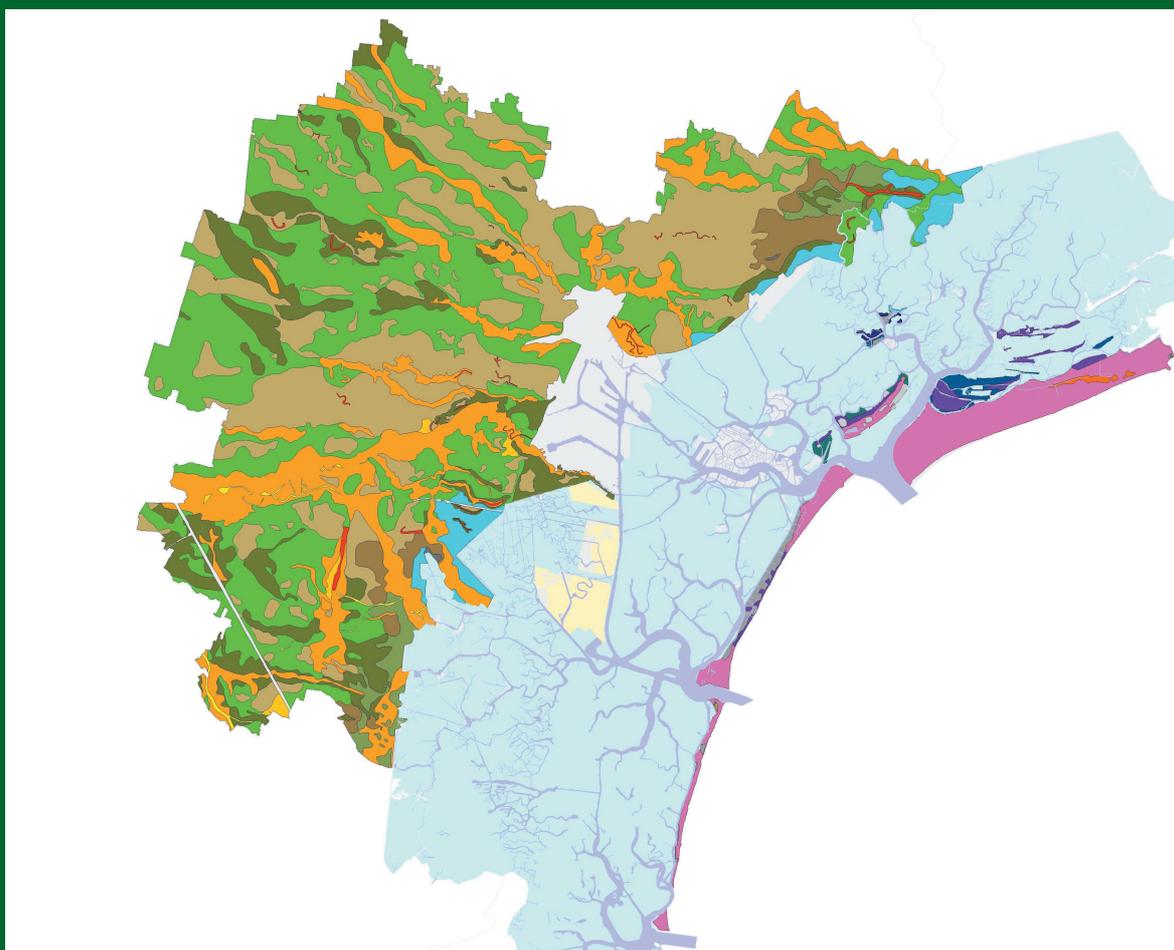




PROVINCIA DI VENEZIA
Assessorato alla Protezione Civile



STUDIO GEOAMBIENTALE DEL TERRITORIO PROVINCIALE DI VENEZIA PARTE CENTRALE



2003

STUDIO GEOAMBIENTALE
DEL TERRITORIO PROVINCIALE DI VENEZIA
PARTE CENTRALE



PROVINCIA DI VENEZIA
Assessorato alla Protezione Civile



Società Italiana di Geologia Ambientale

STUDIO GEOAMBIENTALE
DEL TERRITORIO PROVINCIALE
DI VENEZIA
PARTE CENTRALE

Valentina Bassan e Andrea Vitturi

2003

Lo studio geoambientale del territorio provinciale di Venezia è stato ideato, finanziato e realizzato interamente dalla Provincia di Venezia in tre stralci territoriali, di cui i primi due sono già stati pubblicati:

- *Studio geopedologico del territorio provinciale di Venezia, parte nord - orientale* (Alvise Comel, Andrea Vitturi; 1983);
- *Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia, parte meridionale* (Valentina Bassan, Vito Favero, Gilmo Vianello, Andrea Vitturi; 1994).

Il presente lavoro rappresenta l'ultimo stralcio dell'intero progetto.

Lo studio è stato realizzato da:

- Andrea VITTURI** - Responsabile ed ideatore del progetto e dell'architettura dell'intero studio, che riprende in buona parte, aggiornandola, quella dei citati lavori relativi alle aree nord-orientale e meridionale, ed ideatore della metodologia applicata alla realizzazione della carta dei sistemi litologici e di quelle da essa derivate.
- Valentina BASSAN** - Autrice del presente studio con la realizzazione del rilevamento litopedomorfo-
logico applicato all'area per la zonazione secondo diversi sistemi litologici (Allegato 1), e con la messa a punto dei criteri metodologici ed informatici per la definizione e realizzazione delle carte di analisi del suolo e sottosuolo (Allegati 3, 4, 6, 7) e di quelle a carattere applicativo derivate (Allegati 8, 9, 10 e 11).

Con la collaborazione di:

- Vittorio BISAGLIA** - Collaboratore per la realizzazione informatica della carta dei sistemi litologici e coautore delle carte di analisi del suolo e sottosuolo (Allegati 3, 4, 6, 7) e di quelle a carattere applicativo derivate (Allegati 8, 9, 10 e 11) con la messa a punto del trattamento dei dati informatizzati e della loro rielaborazione ad ottenere dette carte tematiche.
- Francesco BENINCASA** - Collaboratore nella realizzazione della carta dei sistemi litologici mediante il trattamento dei dati esistenti e la collaborazione al rilevamento della zona del Miranese e di parte del Veneziano.
- Enrico CONCHETTO** - Collaboratore nella realizzazione informatica degli Allegati 5, 7, 8, 9 ed ha realizzato l'allestimento per la stampa degli Allegati da 2 a 11; ha inoltre realizzato numerose delle figure riportate nel testo.

Altre collaborazioni, limitate ad aspetti particolari, sono citate nel testo.

Ringraziamenti

Si vuole ricordare la Dott.ssa Leda Minuzzo che con la realizzazione nel 1996 della fotointerpretazione del territorio qui studiato ha fornito una valida base di partenza per l'impostazione e l'interpretazione del rilevamento di campagna.

Si ringrazia per la disponibilità al confronto e per le costruttive discussioni sull'interpretazione dell'area l'intero gruppo di lavoro per la "Carta geomorfologica informatizzata del territorio provinciale di Venezia" ed in particolare i colleghi Sandra Primon e Paolo Mozzi con i responsabili scientifici del progetto.

Si ringrazia inoltre il collega Pietro Zangheri per la collaborazione fornita nei paragrafi relativi agli aspetti idrogeologici.

Si ringraziano infine tutti coloro che, a vario titolo, hanno contribuito alla realizzazione dello studio.

INDICE

Presentazione	XI
Introduzione	XIII
1. <i>PREMESSA</i>	1
2. <i>SCOPI E LIMITI DEL LAVORO</i>	3
3. <i>CARATTERISTICHE DELL'AREA INDAGATA</i>	5
4. <i>IL CONTESTO GEOLOGICO</i>	9
4.1. L'evoluzione paleogeografica durante il Quaternario	9
4.1.1. Il Pleistocene	9
4.2.2. L'Olocene	13
4.2. Cenni sull'origine della laguna e sulla sua evoluzione	13
5. <i>CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE PRINCIPALI</i>	17
5.1. Microrilievo	17
5.1.1. Generalità	17
5.1.2. Metodologia	18
5.1.3. Descrizione della carta e considerazioni	18
5.2. Assetto geomorfologico dell'area	18
5.2.1. Forme e depositi alluvionali	22
5.2.1.1. Il Brenta	22
5.2.1.2. Il Musone	23
5.2.1.3. Marzenego, Dese e Zero	24
5.2.1.4. Il Sile	24
5.2.2. Forme e depositi litoranei	25
5.2.3. Forme e depositi lagunari	27
6. <i>SISTEMI LITOLOGICI</i>	29
6.1. Generalità	29
6.2. Metodologia	29
6.3. Costruzione della legenda	30
6.4. Descrizione della carta dei Sistemi litologici	33
6.4.1. Depositati alluvionali	34

6.4.1.1. Sabbie e sabbie limose alluvionali generalmente in corrispondenza di corsi d'acqua abbandonati (paleoalvei)	34
6.4.1.2. Sabbie e sabbie limose in corrispondenza di ventagli di esondazione e di rotte fluviali	35
6.4.1.3. Sabbie limose e limi sabbiosi alluvionali di colore marron oliva, appartenenti alla fascia di esondazione dei corsi d'acqua (attuali ed estinti) e costituenti le arginature naturali, con risalto morfologico rispetto ai terreni circostanti (dossi fluviali)	37
6.4.1.4. Limi sabbiosi e, in subordine, sabbie limose alluvionali di colore marron oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali (dei quali talora ne costituiscono i fianchi) ed i catini interfluviali	38
6.4.1.5. Limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose alluvionali di colore marron oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali ed i catini interfluviali	40
6.4.1.6. Limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose in aree soggette ad impaludamento o a ristagno d'acqua nei tempi storici per cause antropiche e successivamente bonificate, di colore marron grigiastro più o meno scuro in relazione allo stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione in seguito a lavori di bonifica	40
6.4.1.7. Limi argillosi, argille limose, limi e argille di origine alluvionale di colore marron oliva, appartenenti alle aree depresse nei catini interfluviali	45
6.4.1.8. Limi argillosi, argille limose, limi e argille di deposito palustre, in aree soggiacenti al livello mare di recente bonifica, di colore marron grigiastro più o meno scuro in relazione allo stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione in seguito a lavori di bonifica	46
6.4.1.9. Limi, limi argillosi e, più raramente, argille limose di colore marron oliva, rappresentanti le ultime fasi di sedimentazione tranquilla di corsi d'acqua estinti ("tappi argillosi" di paleoalvei)	47
6.4.1.10. Terreni umiferi e torbosi	49
6.4.2. Depositi lagunari e paludi costiere	49
6.4.2.1. Argille e limi prevalenti di color bruno con presenza di resti conchigliari e tracce di canali di marea, in vario stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione in seguito a lavori di bonifica	49
6.4.2.2. Limi e limi argillosi prevalenti con frequenti intercalazioni limoso-sabbiose e sabbioso-limose nelle isole lagunari attuali ed in zone di transizione all'ambiente litorale	50
6.4.2.3. Argille limose e argille prevalenti nelle isole lagunari attuali ed in zone di transizione all'ambiente litorale	51
6.4.2.4. Aree palustri	52
6.4.3. Depositi litorali	53
6.4.3.1. Sabbie litorali sciolte da medio fini a fini	53
6.4.3.2. Sabbie limose e limi sabbiosi, talora con alternanze di argille organiche molli e torbe, e sabbie limoso-argillose di fondo lagunare a debole profondità (transizione, per lo più sature, tra fascia litorale e laguna). Spesso	

sono rimescolate con il substrato ed arricchite di sostanza organica a causa delle lavorazioni orticole	55
6.4.4. Depositi di origine antropica	57
6.4.4.1. Aree bonificate mediante riporto di materiali a composizione e spessore variabile	57
6.4.4.2. Terreni di riporto prevalentemente sabbiosi, con resti conchigliari, provenienti dallo scavo dei fondali lagunari	57
6.4.4.3. Terreni di riporto prevalentemente limoso-argillosi, con resti conchigliari, provenienti dallo scavo dei fondali lagunari	58
6.4.4.4. Casse di colmata	59
6.4.4.5. Aree intensamente urbanizzate	60
7. DISTRIBUZIONE DEL CARBONATO DI CALCIO	61
7.1. Generalità	61
7.2. Metodologia	61
7.3. Descrizione delle carte e considerazioni	62
8. CLASSE GRANULOMETRICA PREVALENTE NEI PRIMI 4 m DI PROFONDITÀ	65
8.1. Generalità	65
8.2. Metodologia	65
8.3. Descrizione della carta	66
9. PERMEABILITÀ DEL SUOLO	67
9.1. Generalità	67
9.2. Metodologia	67
9.3. Descrizione della carta	68
10. ACQUE SUPERFICIALI	69
10.1. Generalità	69
10.2. Idrografia	69
10.3. Bonifica idraulica	69
11. ACQUE SOTTERRANEE	71
11.1. Generalità	71
11.2. Falda freatica	71
11.3. Falde profonde	74
12. ATTIVITÀ ESTRATTIVA	81
12.1. Cenni legislativi	81

12.2. Attitudine geologica all'attività estrattiva	82
12.2.1. Generalità	82
12.2.2. Metodologia	82
12.2.3. Situazione attuale	83
12.2.4. Considerazioni conclusive	86
12.3. Attitudine geologica al reperimento di argille per laterizi	86
12.3.1. Generalità	86
12.3.2. Metodologia	87
12.3.3. Considerazioni conclusive	88
13. <i>GEOLOGIA TECNICA</i>	89
13.1. Cenni legislativi	89
13.2. Zonazione geologico-tecnica preliminare del sottosuolo	90
13.2.1. Metodologia	91
13.2.2. Considerazioni conclusive	92
13.3. Penalità ai fini edificatori	93
13.3.1. Generalità e cenni legislativi	93
13.3.2. Metodologia	94
13.3.3. Indicazioni tecniche	95
13.3.4. Considerazioni conclusive	96
14. <i>PROBLEMATICHE DELL'AREA LAGUNARE</i>	97
14.1. Maree	97
14.2. Subsidenza	98
14.3. Intrusione salina	99
15. <i>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</i>	103
<i>BIBLIOGRAFIA PRINCIPALE</i>	105

CARTOGRAFIE ALLEGATE

- All. 1 - SISTEMI LITOLOGICI - scala 1:50.000 - (Valentina Bassan)
- All. 2 - MICRORILIEVO - scala 1:100.000 - (Paolo Rosetti)
- All. 3 - UBICAZIONE TRIVELLATE E PROFILI PEDOLOGICI DISTINTI IN BASE ALLA DECARBONATAZIONE - scala 1:100.000 - (Valentina Bassan, Vittorio Bisaglia)
- All. 4 - DISTRIBUZIONE AREALE DEL CARBONATO DI CALCIO - scala 1:100.000 - (Valentina Bassan, Vittorio Bisaglia)
- All. 5 - UBICAZIONE DELLE PROVE GEOGNOSTICHE - scala 1:100.000
- All. 6 - CLASSE GRANULOMETRICA PREVALENTE NEI PRIMI 4 METRI DI PROFONDITA' - scala 1:100.000 - (Valentina Bassan, Vittorio Bisaglia)
- All. 7 - PERMEABILITÀ DEL SUOLO - scala 1:100.000 - (Valentina Bassan)
- All. 8 - ATTITUDINE GEOLOGICA ALL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA - scala 1:100.000 - (Valentina Bassan, Vittorio Bisaglia)
- All. 9 - ATTITUDINE GEOLOGICA AL REPERIMENTO DI ARGILLA PER LATERIZI - scala 1:100.000 - (Valentina Bassan, Vittorio Bisaglia)
- All. 10 - ZONAZIONE GEOTECNICA PRELIMINARE DEL SOTTOSULO - scala 1:100.000 - (Valentina Bassan, Vittorio Bisaglia)
- All. 11 - PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI - scala 1:100.000 - (Valentina Bassan, Vittorio Bisaglia)

Il presente studio è aggiornato a giugno 2003

PRESENTAZIONE

Conoscere, programmare, pianificare, governare, divulgare. Questi sono alcuni dei pilastri che l'Amministrazione provinciale da me presieduta si è data per conseguire gli obiettivi generali del buon governo che si pone chi tiene veramente a cuore la qualità della vita dei propri cittadini e la sostenibilità dello sviluppo del territorio amministrato.

È in questo filone che si colloca a giusto titolo lo "Studio geoambientale del territorio provinciale di Venezia, parte centrale", che completa le conoscenze in tale campo su tutto il territorio della Provincia.

Tengo inoltre a rimarcare che la Provincia ha sempre cercato di collaborare col mondo scientifico e di dialogare con altri Enti e strutture, di ricerca e non; molti sono, tra le tante realizzazioni fatte dalla Provincia soprattutto in questi ultimi anni, gli esempi che si possono dare in proposito, anche nel campo geologico. Proprio per questo si è apprezzato il contributo della Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA), che raggruppa i maggiori esperti italiani di tale tematica, che ha dato un importante contributo metodologico alla buona riuscita dello studio.

La Provincia ha però anche il compito, precipuo, di diffondere cultura anche ai "non addetti ai lavori", e quindi di trarre linfa vitale non solo dagli "scienziati", ma anche da chi, come gli agricoltori ed i tecnici, conosce bene la sua terra lavorandola ogni giorno ed in qualsiasi condizione.

Si crede quindi che lo scopo di dare le conoscenze di carattere geologico - ambientale sulla parte centrale della Provincia, che comprende anche la Laguna di Venezia, sia pienamente raggiunto, coniugando la rigosità scientifica con l'aspetto divulgativo, perfezionando ulteriormente quel primato che, anche a livello nazionale, la Provincia di Venezia ha da tempo in questo settore strategico.

IL PRESIDENTE
Luigino Busatto

INTRODUZIONE

Le deleghe che mi sono state affidate nella passata e nella presente legislatura sono assai diverse tra loro, ed ognuna di esse presenta delle particolarità cospicue: “protezione civile” con “difesa del suolo”, “caccia”, “pesca” e “polizia provinciale” a prima vista presentano ben poco in comune.

Ma, dopo il primo momento, mi sono resa conto che mi era stata data un’opportunità rara, quello cioè di creare una serie di sinergie tra materie che hanno tutte in comune, oltre all’uomo, l’ambiente.

L’uomo, in quanto tutte sottendono il fine ultimo di contemperare al meglio attività dell’uomo, o che comunque all’uomo si riconducono: mentre ciò è di tutta evidenza per la caccia, la pesca, la polizia provinciale e la protezione civile, ciò è apparentemente meno evidente per la difesa del suolo, in quanto è una disciplina più ingegneristica e naturalistica, ma con tali risvolti per le attività umane che anch’essa rientra a pieno titolo tra le discipline che hanno l’uomo come fine ultimo. Tra l’altro, anche il più recente referato che mi è stato affidato, le “pari opportunità”, rientra pienamente in questo contesto.

L’ambiente, in quanto tutte quelle discipline avvengono nel contesto dell’ambiente, naturale o antropizzato, che le condiziona in modo preclaro. Basti pensare al Piano faunistico venatorio per quanto riguarda la caccia, al Piano per la gestione delle risorse alieutiche per quanto riguarda la pesca ed al Piano provinciale di emergenza relativamente alla Protezione Civile.

Soffermandoci sulla Difesa del Suolo, al cui filone appartiene lo “Studio geoambientale del territorio provinciale di Venezia, parte centrale”, risulta chiaro che per la gran maggioranza dei suoi aspetti essa è propedeutica alla Protezione Civile, in quanto le fornisce le conoscenze geologiche di base che condizionano l’impostarsi nel territorio dei corsi d’acqua (con i diversi gradi di rischio idraulico), il sorgere dei primi insediamenti (per lo più sopra i paleoalvei, da noi spesso, un tempo, le uniche terre emerse nel mezzo di paludi e lagune), le problematiche inerenti le nuove urbanizzazioni, l’apertura di cave (e la spesso susseguente installazione in esse di discariche), ecc.

La realizzazione del presente studio, che si è dipanata nell’arco di tempo dei miei due mandati, mi è poi stata sempre particolarmente a cuore perché mi ha consentito di capire maggiormente il mio territorio d’adozione (dove cioè abito da oltre vent’anni), che è sotteso da logiche geologiche iniziali ben diverse dalla mia Falcade d’origine, dove le montagne maestose nascondono problematiche geologiche di ben altra natura, ma che hanno in comune il fatto che la geologia condiziona le varie attività umane in modo più o meno percettibile. Si parla spesso del “genius loci” che dà l’impronta iniziale su quanto avverrà poi su tale territorio. E ciò vale qui, dove l’acqua dei fiumi entra nel mare, come lassù, da dove traggono origine i corsi d’acqua.

Il metodo di lavoro usato mi è poi pure congeniale, in quanto associa le conoscenze scientifiche acquisibili con lunghi studi ed impegno a quelle che possono essere fornite dalla gente che vive sul territorio, che ha molto spesso fornito indicazioni che si sono rilevate preziose.

Infine, ho pure molto apprezzato il fatto che esso sia frutto principalmente del lavoro di personale interno all’ente, cosicché le esperienze acquisite non si disperdono, ma consentono utili travasi di conoscenze anche in altre attività istituzionali della Provincia, coniugando inoltre la scientificità con la divulgabilità.

La Provincia infatti non persegue, di norma, finalità scientifiche (altri sono gli enti con tali finalità), ma le sono più consoni gli aspetti formativi e divulgativi. Per questo ringrazio per la collaborazione la Società Italiana di Geologia Ambientale (SIGEA), che ha contribuito a perfezionare il metodo messo a punto dalla Provincia e che, con la sua pluriennale qualificata esperienza, potrà veicolare sul territorio nazionale l'esperienza veneziana.

Lo studio geoambientale completa poi una serie di studi iniziata ancora negli anni '80, e ciò sta anche a dimostrare la persistente validità di un metodo che ha già avuto riconoscimenti con la pubblicazione di stralci in riviste scientifiche nazionali.

Varie sono state le applicazioni degli studi geoambientali nell'ambito delle competenze provinciali: dal Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento al Piano Gestione Rifiuti, dal Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione al Piano Provinciale di Emergenza, dalle istruttorie di progetti in materia di cave, migliorie fondiari, spargimento fanghi e liquami, ecc. alle Valutazioni d'Impatto Ambientale su progetti di competenza, e così via. Anche lo studio qui presentato, pur non ancora ultimato, ha avuto una specifica ed importante applicazione relativa alla viabilità complementare al passante autostradale, ed analoghe potrebbe averne ancora nell'ambito dei vari progetti stradali ed autostradali in essere.

Quanto sopra sta ad indicare ancora una volta di più le elevate competenze progettuali della Provincia, ente che ormai è pienamente decollato e che potrebbe sostenere con successo altre deleghe importanti dallo Stato e dalla Regione. Ma è soprattutto con i Comuni che la Provincia privilegia ed incentiva il dialogo; le conoscenze acquisite con lo studio geoambientale sono state a suo tempo utilizzate anche per fornire ad alcuni Comuni le informazioni necessarie per la redazione degli studi geologici per i PRG comunali, ed a loro volta, in un reciproco rapporto sinergico, le conoscenze fornite dai Comuni sono state utilizzate per perfezionare localmente questo studio.

Questo metodo di collaborazione e concertazione, fortemente voluto dall'Amministrazione provinciale e da me in particolare, sicuramente potrà dare ancora pregiati frutti, a testimonianza che è sempre di piena validità il detto che l'unione fa la forza.

L'Assessora alla Protezione Civile
Delia Murer

1. PREMESSA

Lo studio geoambientale dell'area centrale della Provincia di Venezia completa l'analisi del suolo e dell'immediato sottosuolo del territorio provinciale iniziata con lo "Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia - parte nord-orientale" (1983) e proseguita con lo "Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia - parte meridionale" (1994).

Come già per gli analoghi studi condotti nelle altre aree della Provincia, lo studio geoambientale è stato realizzato a partire da un rilevamento litopedomorfologico che segue la tradizione iniziata molti decenni or sono dal prof. A. COMEL e proseguita poi dal Dr Geol. A. VITTURI, rilevamento basato sull'analisi diretta in campagna, spesso integrata con il riscontro con gli agricoltori locali.

Tale rilevamento si è concretizzato nella realizzazione della carta dei "Sistemi litologici", alla scala 1:20.000 (Allegato 1 in scala 1:50.000).

A differenza delle altre zone, nell'area centrale erano disponibili però molti dati puntuali (sondaggi, trivellate, profili del suolo, prove penetrometriche, analisi) e areali (pubblicazioni di A. COMEL, carta della vulnerabilità degli acquiferi, studio geologico per il Piano Territoriale Provinciale (PTP)¹, varie tesi di laurea, fotointerpretazione della Dott.ssa L. MINUZZO, microrilievo e molti altri lavori e pubblicazioni dei quali si è tenuto necessariamente conto e dei quali ne è stata fatta una sintesi, precedente e/o contemporanea al rilevamento diretto.

Rispetto a quanto realizzato nella pubblicazione concernente la parte meridionale della provincia si è sostituita la carta della "Zonazione geologica per discariche controllate" con quella

della "Attitudine geologica al reperimento di argille per laterizi": questa scelta è dovuta al fatto che nel frattempo è stato realizzato ed approvato dal Consiglio Provinciale il Piano Gestione Rifiuti (PGR - previsto dal Decreto "Ronchi") che individua i siti idonei agli impianti di stoccaggio rifiuti in base a criteri non solo geologici; inoltre la L.R. 5/2000 ha di fatto esteso a tutto il territorio provinciale la possibilità di reperire argilla per laterizi (possibilità che in precedenza era confinata, per la provincia di Venezia, nei comuni di Martellago, Noale, Salzano e Marcon), motivo per cui si è ritenuto di svolgere un approfondimento in questo senso.

Inoltre, non è stata realizzata, come invece per la parte meridionale della provincia, la carta del "Franco di bonifica". Infatti, per l'area in esame, in cui lo scolo meccanico è di più modeste dimensioni, tale carta perdeva di significato in ordine agli aspetti idrogeologici. Sono poi stati di recente effettuati vari studi idrogeologici specifici (nell'ambito della redazione del PTP, della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi, dell'indagine idrogeologica del territorio provinciale) che hanno portato alla realizzazione di varie cartografie quali, ad esempio, quella della soggiacenza della falda che in questa sede è stata ampiamente utilizzata per la realizzazione delle cartografie derivate (cosa che non era stata possibile, per mancanza di dati, al tempo dello studio dell'area meridionale).

Si è quindi ritenuto di realizzare *ex novo* la carta della "Permeabilità dei terreni" (già elaborata nel 1996 nell'ambito del PTP e poi ripresa nell'ambito del Piano di Previsione e Prevenzione in materia di Protezione Civile) in quanto derivata direttamente dalla carta dei "Sistemi litologici", elaborata con il rilevamento e le indagini in campagna.

Molte elaborazioni, soprattutto delle carte derivate, sono state effettuate mediante l'impiego di un GIS.

¹ Strumento urbanistico di cui si è dotata nel 1999 la Provincia ai sensi della L.R. 61/85, da allora al vaglio della Regione del Veneto per l'approvazione.

Lo studio è stato svolto con il contributo di molti lavori editi ed inediti ed è stato sottoposto a confronti con studi in corso di svolgimento, con particolare riferimento allo studio pedologico a

cura del prof. G. VIANELLO dell'Università di Bologna ed alla carta geomorfologica della provincia a cura del dott. A. BONDESAN e del prof. M. MENEGHEL dell'Università di Padova.

2. SCOPI E LIMITI DEL LAVORO

Gli obiettivi prefissati con lo studio geoambientale sono molteplici:

- realizzare una mappa della natura dei terreni costituenti il suolo e l'immediato sottosuolo di pratica lettura e di immediato riscontro per i tecnici ed operatori del territorio (dall'agricoltore, al tecnico professionista, ai responsabili degli Enti territoriali);
- individuare alcune attitudini, vocazioni e risorse del territorio inerenti il suolo e l'immediato sottosuolo, utili ai fini programmatori e pianificatori;
- fornire un prezioso supporto alla realizzazione della carta dei suoli, a sua volta inquadrata nella carta dell'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici (PRRA – All. D con metodica prevista dalla DGRV 615/96).

In particolare si intende sottolineare il fatto che lo studio ha scopi eminentemente pratici in relazione alle competenze istituzionali delle Province.

Il limite principale al lavoro è costituito dalle necessarie semplificazioni apportate per motivi di scala: le interpretazioni areali infatti non possono essere estrapolate per considerazioni a livello subprovinciale e locale, se non come base per ulteriori approfondimenti.

Inoltre i numerosi dati gestiti, seppure derivati dalle banche dati della Provincia di Venezia, sono stati raccolti in tempi diversi da fonti diverse e, perciò, sono piuttosto eterogenei.

I dati più attendibili sono sicuramente quelli derivati dallo studio pedologico, con il quale si è collaborato in modo diretto, e dai sondaggi direttamente eseguiti per conto della Provincia. Alcuni profili del suolo sono stati eseguiti inoltre appositamente nell'ambito del presente studio.

Relativamente anche al territorio in esame, la Provincia ha realizzato con l'Università di Padova - Dipartimento di Geografia, e col Magistrato alle Acque per la Laguna di Venezia, la "*Carta geomorfologica informatizzata del territorio pro-*

vinciale di Venezia" che, al momento della pubblicazione del presente studio, è quasi ultimata e di prossima pubblicazione.

La Provincia sta inoltre collaborando alla realizzazione dei Fogli geologici alla scala 1:50.000 "128 Venezia" e "148-149 Chioggia - Malamocco"² che la Regione Veneto sta realizzando su incarico del Servizio Geologico Nazionale (ora APAT - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici) con il CNR di Venezia e con altri Enti.

In entrambi i casi vi è stato un confronto diretto delle rispettive conoscenze, pur considerando i diversi obiettivi.

² La Provincia sta collaborando pure alla realizzazione del Foglio geologico alla scala 1:50.000 "107 Portogruaro", che ricade però nella parte nord-orientale del territorio provinciale, fuori dall'area in esame nel presente studio.

3. CARATTERISTICHE DELL'AREA INDAGATA

L'area indagata riguarda la zona centrale della Provincia di Venezia, separata in modo netto da quella meridionale e da quella nord orientale da due "strozzature" causate dal protendersi verso la laguna di Venezia delle province di Padova (a

sud di Lova) e di Treviso (presso Portegrandi).

I comuni interessati dall'indagine sono 21 e vengono di seguito indicati in ordine alfabetico con la relativa superficie totale e la superficie agricola utilizzata (SAU).

Tabella n° 3.1 - Dati ISTAT 2000 sulle superfici comunali

	COMUNE	SUPERFICIE (ha)	SAU (ha)
1	Campagna Lupia	8.772	1.283,63
2	Campolongo Maggiore	2.355	1.643,08
3	Camponogara	2.139	1.505,73
5	Cavallino Treporti	4.487	682,19
4	Dolo	2.417	1.459,13
6	Fiesso d'Artico	631	219,99
7	Fossò	1.011	532,33
8	Marcon	2.539	1.106,31
9	Martellago	2.009	816,55
10	Mira	9.891	3.419,13
11	Mirano	4.566	2.656,27
12	Noale	2.458	1.225,03
13	Pianiga	2.120	1.016,08
14	Quarto d'Altino (pro - parte) ³	2.353 ²	1.969,83 ²
15	Salzano	1.719	852,61
16	Santa Maria di Sala	2.797	1.543,02
17	Scorzè	3.329	2.147,17
18	Spinea	1.503	634,56
19	Stra	878	443,76
20	Venezia	41.228	4.276,20
21	Vigonovo	1.279	643,62
	Superficie totale di indagine	100.481	30.076,22

³ Il comune di Quarto d'Altino è stato indagato in questa sede per circa tre quarti del suo territorio. L'altro quarto (4,63 km²) era già stato studiato nel 1983, nell'ambito dello "Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di

Venezia - parte nord-orientale". Il valore della superficie totale corrisponde alla porzione effettivamente indagata; quello della SAU corrisponde invece alla superficie agricola utilizzata dell'intero territorio comunale.

L'area in esame è costituita globalmente dalla laguna di Venezia, dalla zona di terraferma veneziana facente parte del bacino scolante in laguna, e dai litorali di Cavallino, Lido, Pellestrina e Ca' Roman.

Essa confina ad est con il mare Adriatico, a nord con le province di Treviso e di Padova, ad ovest e a sud sempre con la provincia di Padova.

La superficie totale dell'area è di 100.481 ha (pari a 1.004,81 kmq), mentre la superficie agricola utilizzata (SAU) è pari a 30.076,22 ha (pari a 300,76 kmq).

Il territorio in studio ricade nelle seguenti sezioni CTR alla scala 1:20.000, utilizzate per il rilevamento di campagna e per l'elaborazione della

carta dei sistemi litologici (Fig. 1):

- 105 SO "ISTRANA"
- 126 NE "CAMPOSAMPIERO"
- 126 SE "PADOVA NORD"
- 127 SE "VENEZIA MESTRE"
- 127 NE "MOGLIANO VENETO"
- 127 NO "NOALE"
- 127 SO "DOLO"
- 128 NO "QUARTO D'ALTINO"
- 128 SO "VENEZIA EST"
- 128 SE "CAVALLINO"
- 147 NE "PADOVA SUD"
- 148 NO "CAMPONOGARA"
- 148 NE "PORTO DI MALAMOCCO"
- 148 SE "CHIOGGIA"

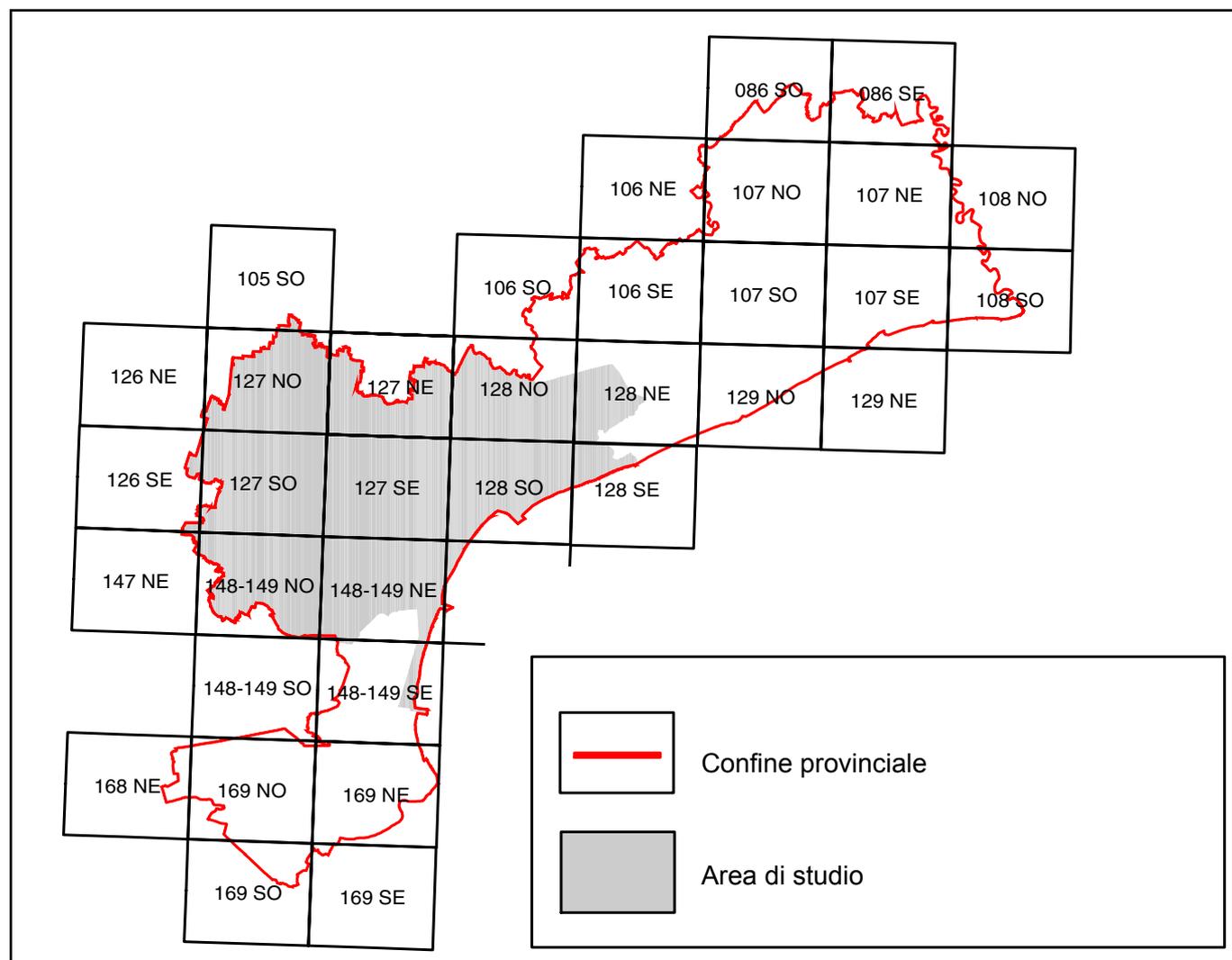


Fig. 1 - Quadro d'unione delle Carte Tecniche Regionali (C.T.R.) in scala 1:20.000

Le quote del territorio variano da +20 m s.l.m. (nell'alto Noalese) a -1 m s.l.m. (nelle zone perilagunari più settentrionale e meridionale e all'interno della laguna), procedendo da WNW a ESE.

Si tratta di un'area fortemente urbanizzata, in cui le principali infrastrutture sono rappresentate dall'autostrada A27 "Milano Venezia" e dall'omonima linea ferroviaria che scorrono subparallele attraversando il territorio da W ad E. La linea ferroviaria, che arriva fino a Venezia, a Mestre assume direzione SW - NE in direzione di Trieste, mentre un altro ramo ferroviario dirige verso Treviso e Belluno. Analogamente la "tangenziale di Mestre" collega la A27 ai tratti autostradali Venezia-Trieste e Venezia-Belluno (fuori area).

L'aspetto saliente dell'area di indagine è quello di comprendere la Laguna di Venezia, che con i suoi circa 550 km² di superficie (di cui circa una trentina di km² in provincia di Padova - comune di Codevigo) è la più ampia laguna italiana; essa rappresenta il residuo più importante dell'arco di lagune che, fino ad epoche non remote, si estendeva da Ravenna a Monfalcone.

Dal punto di vista idrografico la laguna di Venezia è ripartita in tre bacini comunicanti con il mare attraverso le bocche di Lido (bacino di Lido), di Malamocco (bacino di Malamocco) e di Chioggia (bacino di Chioggia).

Si tratta di un ambiente di transizione tra terra e acqua, in stato di perenne instabilità, dove però i margini costituiscono oggi un perimetro rigidamente e forzatamente definito dal fronte dei "murazzi" (litorali del Cavallino, del Lido, di Pellestrina - Ca' Roman e di Sottomarina) verso mare, con la determinazione netta del numero e della configurazione delle bocche di porto (porti di Lido, di Malamocco e di Chioggia). La "conterminazione lagunare" distingue invece l'ambito lagunare dall'entroterra sebbene questo limite fisico non lo sia di fatto per un gran numero di processi che interessano la laguna, tanto che il PTRC ha individuato il "bacino scolante in laguna" (1.877 km² appartenenti a 101 comuni delle province di Venezia, Padova e Treviso), ritenendolo di fatto afferente alla laguna stessa.

La laguna deve quindi essere intesa come un

ecosistema, nel quale l'uomo ha avuto ed ha una parte importante, ed è costituito da tre entità strettamente connesse dai loro reciproci scambi:

- il bacino scolante, cioè quella parte di terraferma che convoglia le acque piovane e fluviali in laguna;
- la laguna stessa;
- l'alto Adriatico, le cui maree governano la laguna con il flusso e riflusso delle acque attraverso le tre bocche di porto.

Nel bacino scolante circa 900 milioni di m³ d'acqua dolce vengono convogliati ogni anno in laguna attraverso una rete idrica di 2515 km che raccoglie le acque derivanti dalla terraferma nell'intorno lagunare.

I principali corsi d'acqua che lo attraversano sono prevalentemente compresi tra i fiumi Brenta, a sud, e Sile, a nord: Fiumi Dese, Tergola (in provincia di Padova), Zero, Musonello-Marzenigo, Musone Vecchio, Silone; Naviglio Brenta; Rio Roviego; Canali Lusore, Osellino, Mirano, Novissimo, dei Cuori e delle Trezze (questi ultimi due a sud dell'area in studio).

Se la superficie lagunare complessiva è di circa 550 km² (lunghezza di circa 50 km e larghezza compresa tra 8 e 14 km), quella occupata dai litorali, dalle isole e dalle aree della laguna interrate artificialmente (casse di colmata) è di circa 40 km², quella delle valli da pesca è di 92 km² e quella delle barene è di 47 km². La restante parte è occupata da acqua.

La profondità media della laguna è di 1,2⁴ m e il volume medio giornaliero d'acqua che entra dal mare è di circa 400 milioni di m³.

⁴ La quota del fondo lagunare è quindi generalmente superiore a quella delle aree di recente bonifica poste in terraferma nelle zone meridionale e nord-orientale della Provincia.

4. IL CONTESTO GEOLOGICO

L'area in studio fa parte della Pianura Veneta, compresa cioè tra il bordo alpino, la dorsale lesino-berico-euganea e la linea di costa tra la foce del Po e dell'Isonzo.

Essa appartiene all'avampaese subalpino-appenninico con ad est il fronte delle Dinaridi esterne, a nord il fronte del Subalpino e ad ovest la linea Schio-Vicenza.

In corrispondenza dell'area è presente in profondità un substrato mesozoico di natura calcarea, rigido, modellato a monoclinale immersa mediamente verso sud, a partire dall'allineamento Padova-Treviso-Udine.

Questa coltre mesozoica giace su un basamento più antico che nel pozzo AGIP "Assunta 1" al largo del Cavallino (1,13 km da Venezia) è stato individuato ad oltre 4.700 m di profondità: si tratta di unità filladiche e gneissiche a metamorfismo ercinico o preercinico, i cui litotipi originari, sedimentari o vulcanici, sono di età cambriana superiore e caradociano-siluriana. Esso è intruso da granitoidi di età ordoviciana superiore o permiana (Figg. 2, 3, 4).

Sul substrato mesozoico si è deposta, durante il Paleocene, una serie di marne talora arenacee con episodi calcarei anche di notevole consistenza che ha colmato i principali dislivelli legati alla orogenesi, cosicché dal Miocene in poi tutta la pianura veneta ha costituito un'area di piattaforma con mare poco profondo, soggetta ad una relativamente limitata subsidenza compensata dalla sedimentazione e alternata a fasi di emersioni locali. In quest'ultimo periodo la zona marina manteneva i caratteri di una banda monoclinale, già impostata nel Mesozoico. La separazione tra la piattaforma recente e la monoclinale sembra essere localizzata poco a sud del parallelo di Venezia: l'area cittadina dovrebbe quindi ancora fare parte del bordo meridionale della piattaforma recente. A sud di Chioggia la periclinale veneta accentua la sua pendenza e si congiunge al fianco nord

orientale della Fossa Padano-Adriatica, dove si è avuto durante il Pliocene ed il Quaternario il massimo di subsidenza con deposizione di una serie con spessori massimi di oltre 4000 m. Un'importante trasgressione marina invase infatti le regioni mediterranee all'inizio del Pliocene accompagnata da notevoli deposizioni e da un'importante attività tettonica che determinarono successive regressioni ed il sollevamento di intere regioni. (LEONARDI *et al.*, 1973; KENT *et al.*, 2002) (Fig. 5a).

4.1 L'EVOLUZIONE PALEOGEOGRAFICA DURANTE IL QUATERNARIO

Nel Pleistocene medio-Olocene, la Pianura Padana p.p. e la bassa pianura veneto-friulana sono caratterizzate da una continua subsidenza, che risulta più marcata verso l'asse padano e verso la fascia costiera. Nella bassa pianura veneto-friulana è in evoluzione il sistema scledense, in particolare per quanto riguarda gli elementi del settore ad oriente della linea Schio-Vicenza che si prolungano nell'alta pianura e, in parte, nella zona prealpina. In base ai dati del sottosuolo i movimenti risultano per lo più a componente verticale ma è probabile che esista anche una componente orizzontale destrorsa, documentata per le faglie affioranti del sistema (ZANFERRI, 1977).

4.1.1 Il Pleistocene

Con la trasgressione marina che si era verificata durante il Quaternario inferiore, nella regione adriatica si estendeva un vasto dominio marino da cui emergevano l'orogeno alpino e quello appenninico. L'attuale pianura veneta risultava completamente sommersa creando un profondo golfo tra le due catene montuose.

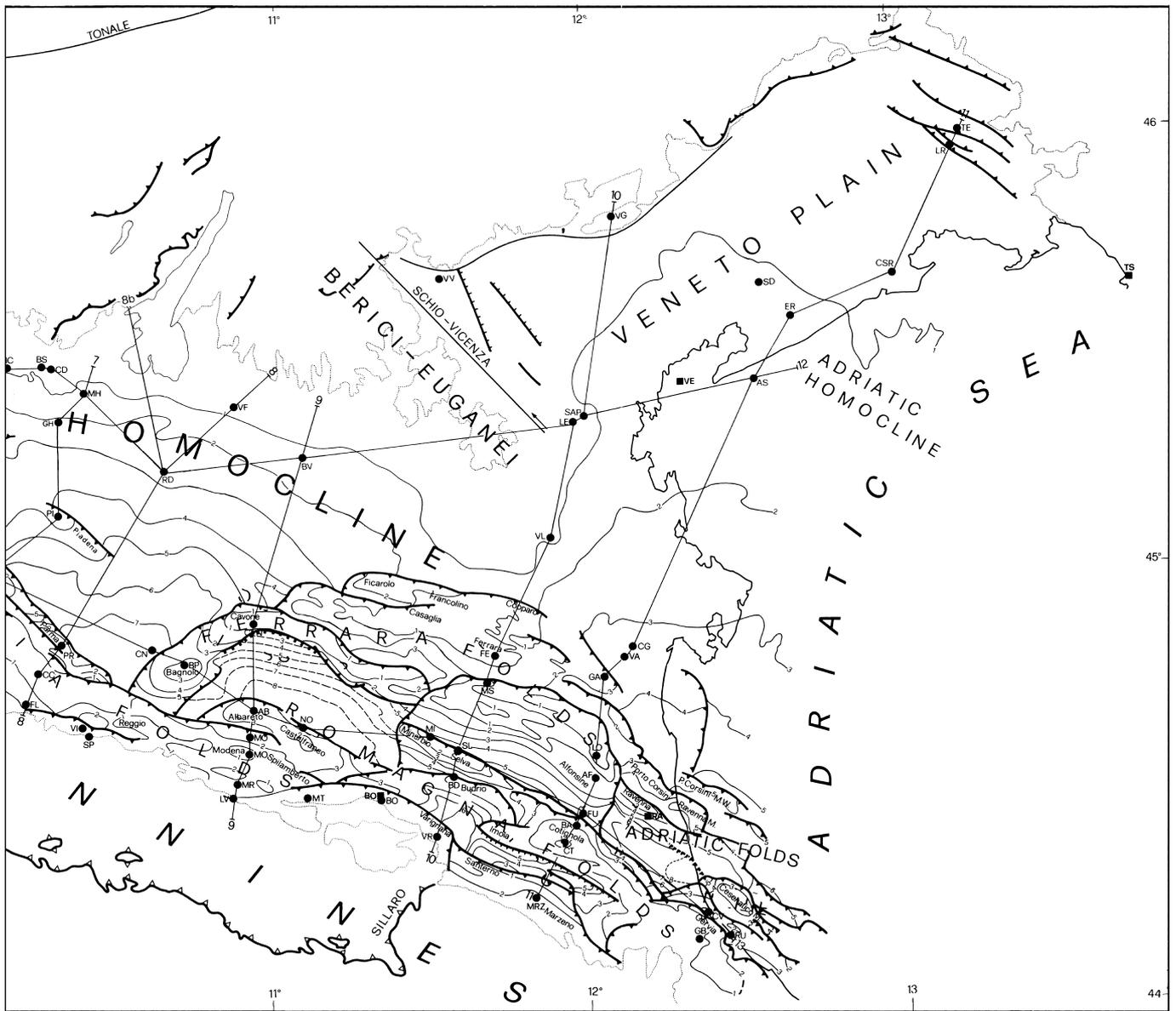


Fig. 2 - *Mappa strutturale semplificata delle sequenze Pliocene - Quaternario nella Pianura Veneta (estratto da AGIP's contribution to oil exploration technology - subsurface geological structure of the Po plain, Italy - M. Pieri, G. Groppi, 1996)*

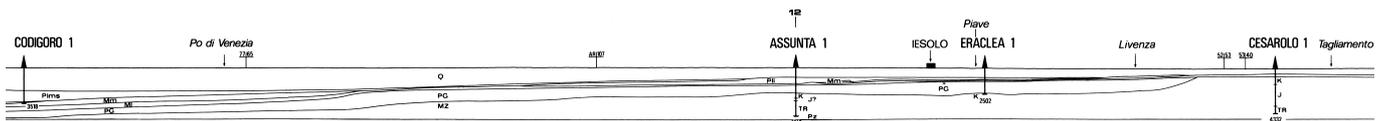


Fig. 3 - *Plate V, sezione n° 11 (estratto da AGIP's contribution to oil exploration technology - subsurface geological structure of the Po plain, Italy - M. Pieri, G. Groppi, 1996).*

Legenda: Q = Quaternario; Plms = Pliocene Medio Superiore; Pli = Pliocene Inferiore; Mn = Miocene Medio; Mi = Miocene Inferiore; PG = Paleogene; Mz = Mesozoico (K = Cretaceo; J = Giurassico; TR = Trias); Pz = Paleozoico

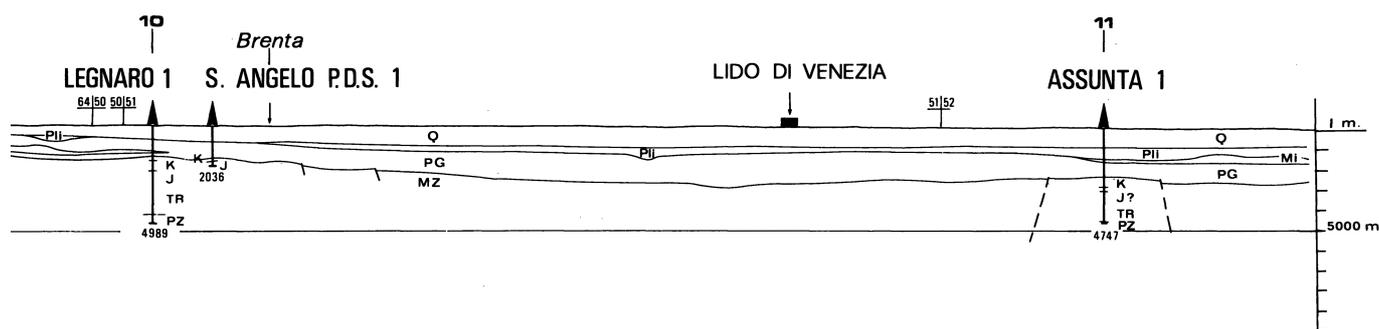


Fig. 4 - Plate VI, sezione n° 12 (estratto da AGIP's contribution to oil exploration technology - subsurface geological structure of the Po plain, Italy - M. Pieri, G. Groppi, 1996).

Legenda: Q = Quaternario; Plms = Pliocene Medio Superiore; Pli = Pliocene Inferiore; Mn = Miocene Medio; Mi = Miocene Inferiore; PG = Paleogene; Mz = Mesozoico (K = Cretaceo; J = Giurassico; TR = Trias); Pz = Paleozoico

Molti autori descrivono successivamente una lunga fase di intenso apporto sedimentario regolamentata dalle variazioni eustatiche connesse con le varie fasi glaciali che ha compensato il continuo abbassamento del substrato della pianura ed ha portato al progressivo riempimento del bacino marino. In questa fase le strutture geologiche sepolte hanno certamente svolto un loro ruolo importante, ma l'evoluzione paleogeografica è stata determinata soprattutto dagli apporti sedimentari e dalle vicende climatiche.

Durante la glaciazione würmiana la linea di costa era spostata molto più sud e l'area era quindi interessata da apporti solidi di origine fluviale: le esondazioni e le rotte formarono depositi sabbiosi a geometria principalmente lentiforme, passanti lateralmente ad argille limose ed a limi più o meno torbosi, intercalati verticalmente a livelli più continui di torbe, argille e limi (Fig. 5b).

<<L'emersione della pianura alluvionale non è stata un fenomeno regolare e costante, perchè si sono alternati nel tempo fenomeni di sommersione e di emersione correlabili rispettivamente con i periodi caldi interglaciali e con le glaciazioni. Ripetuti cicli di emersione e di sommersione sono ben documentati nel pozzo VE 1 CNR, nella sequenza sedimentaria che si incontra da 300 m di profondità alla superficie. Testimonianze di depositi marini sono note nel sottosuolo di Treviso, dove a 86 m di profondità è stata individuata una linea di costa attestata contro le ghiaie delle conoidi fluviali; nel sottosuolo di Padova sono pure presenti episodi di sedimentazione marina compresi tra depositi continentali, ed analoghe testimonianze di ingressioni

marine sono presenti nel sottosuolo della pianura più a sud, fino a pochi chilometri dagli Euganei.

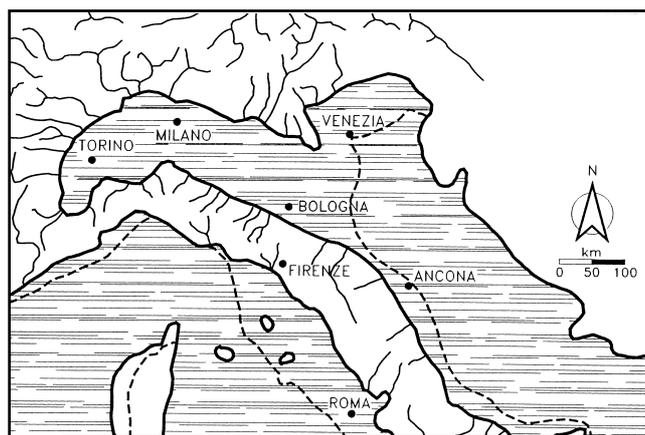
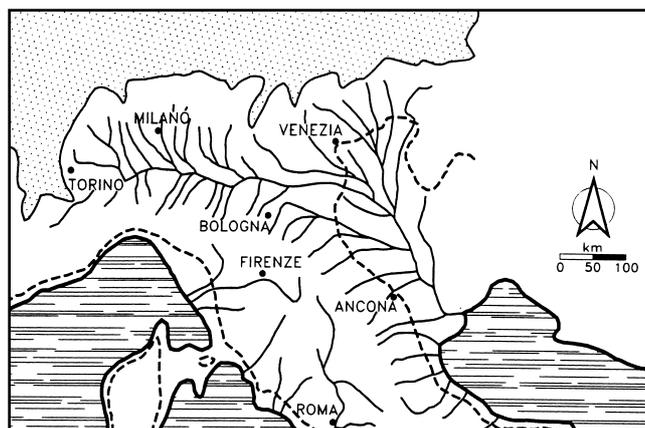


Fig. 5 - Rappresentazione schematica dell'area adriatica a) nel Pliocene b) durante l'ultima fase glaciale würmiana; in tratteggio la situazione attuale (estratto da LEONARDI, 1968 "Trattato di Geologia")

La correlazione tra gli episodi marini individuati nelle varie parti della pianura non è sempre certa; si tratta tuttavia di episodi più antichi dell'ultima fase interglaciale pre-würmiana nota nel nord dell'Europa come "Eemiano". Durante questa trasgressione la linea di costa si attesta infatti tra

Venezia e Treviso e tra Este e Chioggia; restano emerse le zone di Padova e Treviso, occupate da stagni e paludi della bassa pianura costiera che si era formata alle spalle della linea di costa >>> (FAVERO in: BASSAN, FAVERO, VIANELLO, VITTURI 1994) (Fig. 6).

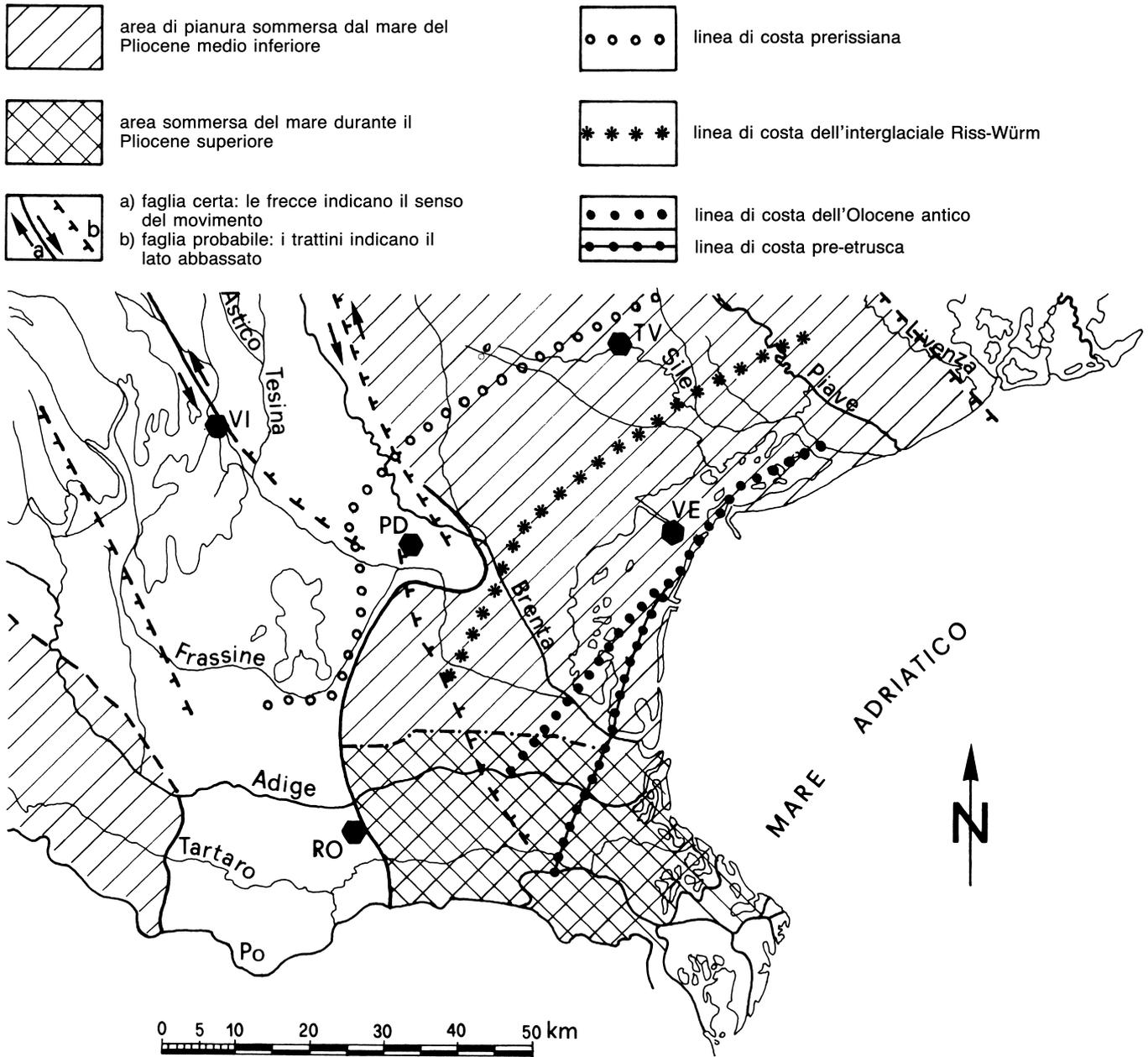


Fig. 6 - Contesto geologico dell'area studiata (estratto da "Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia, parte meridionale - V. Bassan et al., 1994)

La deposizione pleistocenica termina in una lacuna stratigrafica (BORTOLAMI *et al.*, 1984) durata da 9.000 a 12.000 anni⁵ a seconda della morfologia rispettivamente depressa o rilevata - alti morfologici - rispettivamente (TOSI, 1994).

Durante tale lacuna, a causa del clima arido che comportò l'abbassamento del livello di base, la maggior parte degli ultimi strati argillosi di deposizione pleistocenica furono sottoposti ad un processo di sovraconsolidazione (GATTO & PREVIATELLO, 1974; TOSI, 1993, 1994). Queste argille sovraconsolidate, localmente chiamate "*caranto*" (interpretato come un paleosuolo), anche se discontinue, sono considerate un livello guida del limite Pleistocene/Olocene. Infatti la loro tipica colorazione giallastro-bruna e le caratteristiche fisiche, meccaniche e mineralogiche (BONARDI & TOSI, 1994) ne facilitano l'individuazione.

La distribuzione del *caranto* è subordinata sia a cause primarie, come condizioni morfologiche preesistenti (zone depresse ed alti morfologici), sia a processi erosivi secondari, probabilmente dovuti alla divagazione del Brenta (GATTO, PREVIATELLO, 1974); oggi il *caranto* si presenta come un piastrone più o meno continuo, che tende ad affiorare in terraferma e si affossa gradualmente verso i litorali sotto una coltre olocenica di oltre 13 metri di spessore; si immerge quindi verso ESE con una pendenza media superiore a quella della bassa pianura veneta. Verso la terraferma, infatti, il *caranto* ha subito un più intenso processo di essiccamento rispetto alle zone più esterne, in quanto il periodo di emersione è stato maggiore (per avanzamento della laguna verso la terraferma in epoca più recente e per tasso di subsidenza inferiore).

4.1.2 L'Olocene

Con lo scioglimento dei ghiacciai continentali che causò l'innalzamento eustatico, la linea di

costa iniziò a migrare verso nord e la paleopianura continentale venne via via sommersa dal mare.

Lungo le coste dell'Adriatico settentrionale la posizione raggiunta dalla linea di costa durante il periodo Atlantico, poco più di 6.000 anni or sono, varia da zona a zona, modellandosi sulle morfologie ereditate dall'ambiente continentale preesistente e dalle modificazioni che via via subiva la fascia di pianura retrostante la linea di spiaggia in continuo spostamento.

Nell'area veneziana la serie trasgressiva olocenica inizia talora con un livello discontinuo di limi argillosi e sabbiosi continentali originati da esondazioni e rotte fluviali a seguito dell'innalzamento del livello di base durante la fase cataglaciale (GATTO, 1980). Questo strato si presenta generalmente a struttura caotica, con brecce e clasti intraformazionali delle argille continentali sottostanti o rimaneggiato con i sedimenti marino-lagunari sovrastanti.

In altre situazioni, invece, i depositi trasgressivi iniziano con sabbie conchigliifere grossolane, più o meno limose, di ambiente marino-lagunare nella parte più orientale (litorale) della laguna e con argille grigio scure conchigliifere deposte sopra il *caranto* cui seguono argille e limi nerastri con molto materiale organico e torboso nella parte più interna.

La sequenza verticale dei sedimenti olocenici continua quindi con l'alternanza di depositi di ambiente marino o lagunare a volte intercalati da sedimenti di tipo continentale o da depositi che hanno subito una esposizione subaerea che evidenziano delle fasi regressive secondarie. In generale si deve distinguere la serie del versante lagunare, in cui predominano i sedimenti argillosi e torbosi, da quella sul lato a mare dove prevalgono i terreni sabbiosi legati alla genesi litoranea o a un regime lagunare sensibile alla vicinanza delle aperture a mare.

4.2 CENNI SULL'ORIGINE DELLA LAGUNA E SULLA SUA EVOLUZIONE

L'evoluzione della Laguna di Venezia, nota

⁵ Gli ultimi depositi pleistocenici risalgono a 18.000 anni fa circa, mentre i primi depositi olocenici datati, a seconda della situazione morfologica, risalgono a 11.000 - 6.000 anni fa.

dalla corposa letteratura esistente⁶, risale a circa 10.000 anni fa, quando, dopo l'ultima grande glaciazione würmiana, il livello del mare iniziò a crescere e la linea di costa, che si trovava in quel periodo nel basso Adriatico, circa all'altezza di Pescara, si spostò progressivamente verso nord.

Quando essa raggiunse approssimativamente l'attuale posizione (circa 6.000 anni fa), vi fu una fase di intenso e prolungato alluvionamento. I sedimenti fluviali convogliati a mare venivano ridistribuiti lungo la costa dal moto ondoso e dalle correnti marine a dare quella linea di litorali che delimitò la prima Laguna di Venezia. Essa era più piccola di quella attuale e l'interscambio con il mare era garantito da numerose aperture sui litorali (contro le tre bocche di porto attuali).

Naturalmente, la morfologia lagunare fu soggetta a notevoli mutamenti in relazione alle singole o combinate variazioni di tutti quei fattori che contribuirono alla sua formazione. Tra questi, fu determinante l'attività dei corsi d'acqua tributari della laguna: Piave, Sile, Brenta, Bacchiglione, e, in minor misura, Adige e Po. Se con l'apporto di acque dolci essi garantivano l'acqua salmastra nel bacino lagunare, d'altro canto minacciavano con i sedimenti trasportati in sospensione l'interramento della laguna che sarebbe ben presto diventata una palude.

Ai sopra citati corsi d'acqua va infatti imputata l'origine dei terreni relativamente superficiali che costituiscono il territorio lagunare. In particolare i depositi del Piave e del Sile prevalgono principalmente nel bacino di Lido, mentre quelli del Brenta e Bacchiglione prevalgono nei bacini di Malamocco e Chioggia. Il Brenta ha però influenzato parte del bacino di Lido, specialmente nella zona di Mestre e Marghera, in relazione alla vecchia ubicazione di un suo ramo che fino al XV secolo sfociava in laguna a Fusina. D'altra parte i depositi di materiale del Sile e del Piave si

trovano nel bacino di Malamocco nelle aree più vicine al mare, in relazione alle notevoli correnti di marea che si sviluppano attraverso la bocca di Malamocco e all'azione del moto ondoso lungo il litorale (COLOMBO, 1967). Il contributo di Po ed Adige ha interessato invece principalmente il bacino di Chioggia prima della diversione di Porto Viro (1609) che ha di fatto estromesso i sedimenti del Po dalla laguna.

Né i naturali fenomeni di abbassamento del fondo causato dalla compattazione dei sedimenti alluvionali depositi, né il fenomeno eustatico di crescita del livello del mare riuscivano a controbilanciare questa tendenza all'interramento.

Considerato che la laguna rappresentava la migliore difesa di Venezia, la Serenissima Repubblica di Venezia iniziò ad effettuare alcune opere idrauliche al fine di preservarla: diversioni in Adriatico dei principali corsi d'acqua (Adige, Bacchiglione, Brenta, Sile e Piave), sistemazione delle bocche di porto e scavo dei canali per la navigazione interna.

Queste opere, realizzate principalmente tra il XIV e il XIX secolo, evitarono l'impaludamento della laguna ma invertirono anche la sua naturale tendenza evolutiva e, con il passare del tempo, le proprietà marine iniziarono a prevalere e ad emergere sempre più chiaramente.

La subsidenza naturale dovuta alla compattazione dei recenti depositi del bacino lagunare, non più compensata dai sedimenti fluviali drasticamente ridotti con l'estromissione dal bacino lagunare dei corsi d'acqua più importanti, provocò un approfondimento del fondo lagunare; lo scavo dei canali interni e la modificazione delle bocche di porto spinsero alla prevalenza dei processi idrodinamici lagunari e iniziò a prevalere l'erosione. Gli specchi d'acqua si estesero, le piane palustri intertidali si ridussero e le aree produttive coltivate ai bordi della laguna furono definitivamente sommerse.

Durante l'ultimo secolo l'uomo modificò il sistema lagunare ancora più intensivamente: furono scavati nuovi e più profondi canali per la navigazione (in particolare il "canale dei petroli", profondo fino a quasi 20 m), furono create le casse di colmata per ottenere superfici per nuovi centri urbani e industriali, furono estese le valli da pesca,

⁶ Le fonti bibliografiche principali utilizzate nel presente paragrafo sono: Ministry of Public Works – Water Authority of Venice - concessionary - CONSORZIO VENEZIA NUOVA "The morphological restoration of the Venice Lagoon" – Venezia, 1996 e L. CARBOGNIN, G. CECCONI "The Lagoon of Venice. Environment. Problems. Remedial Measures" – Venice, 1997.

che furono protette, mediante la costruzione di argini, dal precario equilibrio delle acque lagunari.

Inoltre, tra gli anni '50 e '70, l'intenso sfruttamento di alcune falde acquifere in pressione causò un forte incremento di subsidenza rispetto a quella già naturalmente presente e dovuta al naturale consolidamento dei terreni più recenti; ciò creò problemi molto seri per Venezia in relazione alla sua ridotta elevazione rispetto al livello mare.

Le condizioni ambientali peggiorarono ulteriormente a causa del degrado dei litorali, di primaria importanza, dato che rappresentano l'unico esiguo e fragile baluardo contro l'aggressiva forza del mare.

Gli interventi operati dall'uomo appaiono completamente inconsistenti se comparati con lo stato della laguna che soffriva di una tendenza degenerativa, attiva ancora oggi: riduzione delle caratteristiche di ambiente salmastro; incremento delle caratteristiche marine; tendenza delle acque della laguna al livello di salinità del mare. Inoltre, sebbene si tratti di un bacino interno, le maree in laguna sono come quelle del mare, e talvolta sono addirittura amplificate con conseguente incremento del fenomeno delle "acque alte".

Rispetto alla sua origine e alla sua evoluzione nei secoli passati, attualmente la laguna si presenta come un bacino più piccolo, più profondo, idraulicamente più attivo e più precario.

5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE PRINCIPALI

L'identificazione delle forme del territorio mediante l'analisi del microrilievo, l'esame di carte storiche, foto aeree e immagini satellitari e la loro correlazione con aspetti sedimentari ed archeologici consente l'interpretazione geomorfologica di un territorio, i cui risvolti pratici sono notevoli.

La semplice individuazione delle forme su basi altimetriche consente il riconoscimento di aree depresse o rilevate, di forma allungata in una direzione piuttosto di un'altra, chiuse o intercomunicanti. Com'è intuitivo, ciò fornisce importanti condizionamenti sul deflusso superficiale.

Inoltre la presenza di paleoalvei, anche sepolti, senza risalto topografico, ma solo areale, può determinare deflussi idrici sotterranei preferenziali.

Infine, la lettura di forme sovrapposte, succedutesi nel tempo, consente di interpretare la tendenza evolutiva del territorio, che risulta fortemente condizionato dall'intervento antropico, il quale ha modificato le forme naturali con depressioni (cave) e rilevati artificiali (terrapieni per argini, assi viari e ferroviari, discariche, ecc.).

Attualmente è in corso di pubblicazione la *"Carta geomorfologica informatizzata del territorio provinciale di Venezia"* alla scala 1:50.000 realizzata nell'ambito di un protocollo d'intesa tra Provincia di Venezia, Università di Padova - Dipartimento di Geografia e Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova, principalmente, ai quali si sono poi aggiunti il CNR - ISDGM di Venezia, la Soprintendenza Archeologica di Venezia e NAUSICAA (suo Nucleo subacqueo). Essa viene realizzata da uno staff tecnico molto qualificato facente capo al prof. G.B. Castiglioni, con il coordinamento scientifico del Prof. Mirco Meneghel e del Dr Aldino Bondesan, tutti del Dipartimento di Geografia dell'Università di Padova.

5.1 MICRORILIEVO

5.1.1 Generalità

L'analisi del microrilievo è una metodologia normalmente utilizzata negli studi geomorfologici in pianura, in quanto esso aiuta ad individuare i processi geomorfici che l'hanno rimodellata.

Esso è inoltre un importante elemento nella valutazione del rischio idraulico; infatti le zone di alto topografico rappresentano in genere aree a minore rischio e, più in generale, la conoscenza dell'altimetria permette di prevedere il percorso nonché le eventuali aree interessate dalle acque derivanti da possibili rotte fluviali e tracimazioni da fiumi e canali.

Una prima versione della *"Carta del microrilievo della provincia di Venezia"*, è stata pubblicata dalla Provincia stessa alla scala 1:50.000 nell'ambito della *"Indagine sulle possibilità di rischio idraulico della Provincia di Venezia"* (V. ILICETO, 1992); essa era stata realizzata mediante l'elaborazione delle quote riportate sulle Carte Tecniche Regionali (C.T.R. - usate come base), alla scala 1:10.000. La costruzione delle isoipse ad equidistanza 1 m è stata effettuata delimitando in maniera ragionata le classi di quote comprese in intervalli di un metro.

Tale carta è stata successivamente revisionata in quanto, essendo stata essa realizzata con la finalità dell'indagine sul rischio idraulico, teneva conto delle quote dei rilevati e delle depressioni artificiali. Ai fini dell'interpretazione geologica e geomorfologica di una data zona deve invece essere fatta una depurazione di tali quote, in quanto viene analizzato il microrilievo determinato dai depositi naturali per capirne i processi geomorfici.

5.1.2 Metodologia

La nuova carta del microrilievo è stata realizzata dal Dott. Agr. Paolo ROSETTI a partire dalle quote delle C.T.R. 1:5.000. L'elaborazione manuale di tali quote ha portato al disegno delle isoipse con equidistanza di 0,5 m e alla loro digitalizzazione in ambiente CAD e successive elaborazioni in ambiente con GIS.

Detta carta, ancora inedita, viene riportata con alcune semplificazioni (isoipse equidistanti 1 m) in Allegato 2 dove come sfondo è stata utilizzata una gradazione di colori basata su un grid (con celle da 5 m) elaborato informaticamente dal Dott. Rosetti, che consente una visione più immediata del gradiente di quota e del suo andamento.

In carta sono state pure evidenziate l'isoipsa 0 e quelle sotto il livello mare.

5.1.3 Descrizione della carta e considerazioni

Le isoipse evidenziano una pendenza generale del territorio da NW verso SE determinata da quote che sono superiori a + 20 m s.l.m., a nord di Rio San Martino (Scorzè), a quote inferiori al livello mare nella fascia perilagunare nord e sud, nei comuni di Campagna Lupia, Mira, Venezia, Marcon e Quarto d'Altino.

Quote superiori al livello mare ritornano poi nella fascia sabbiosa litorale, dove però le quote originarie delle dune sono state per lo più livellate per riempire i bassi morfologici delle zone interdunali.

Tra le due zone sta lo specchio d'acqua del bacino lagunare nell'ambito del quale sono emerse le isole e le barene; le velme emergono invece solo in condizioni di bassa marea. Il fondo lagunare è inoltre caratterizzato anche dall'incisione naturale e/o artificiale dei canali.

Nell'entroterra l'andamento del microrilievo rispecchia ancora le strutture morfologiche dell'area, nonostante i notevoli rimaneggiamenti antropici: è stata infatti riscontrata la presenza di dossi naturali allungati, di origine fluviale (arginature naturali di vecchi percorsi di corsi d'acqua oramai estinti).

In generale un dosso fluviale è caratteristico di queste aree di bassa pianura; esso è costituito da litotipi sabbiosi, in corrispondenza del suo asse, e da litotipi a granulometria via via più fine allontanandosi da tale asse; ciò è dovuto alla perdita di energia dell'esondazioni man mano che ci si allontana dal corso d'acqua, con la conseguente perdita di capacità di trasporto. Essendo i litotipi sabbiosi e limoso-sabbiosi meno costipabili delle argille e dei limi laterali, viene anche ad accentuarsi l'originario risalto morfologico.

Il microrilievo evidenzia inoltre alcune aree depresse: alcune sono allungate ed interposte tra i dossi sopra citati e sono scelte come vie preferenziali di corsi d'acqua minori, prevalentemente di risorgiva; talora le depressioni risultano intercluse, con deflusso superficiale ostacolato.

La presenza inoltre di rilevati artificiali di importanti dimensioni (altezza e lunghezza) quali quelli autostradale e ferroviario, pressochè perpendicolari alla pendenza, ostacolano fortemente il deflusso naturale delle acque superficiali.

5.2 ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

Recentemente alcuni autori hanno proposto un quadro sintetico dell'assetto geomorfologico della pianura veneta centro - orientale individuando le principali unità geomorfologiche (BONDESAN *et al.*, 2002) (Fig. 7).

L'area in studio è interessata dalle seguenti unità:

- unità del Sile (Olocene): si tratta di depositi alluvionali olocenici di modesta estensione, posti a ridosso dell'attuale corso del Sile, nella depressione di interconoide posta tra la porzione medio distale dell'unità di Bassano e le unità di Montebelluna e di Nervesa;
- unità del conoide di Bassano (Pleistocene sup.): corrisponde al conoide relitto del fiume Brenta risalente alle fasi finali del Pleistocene superiore che si estende dallo sbocco in pianura della valle del Brenta (Valsugana) presso Bassano del Grappa fino all'area circumlagunare veneziana;
- unità della pianura del Brenta (Olocene):

rappresenta la pianura alluvionale costruita dal Brenta nel corso dell'Olocene i cui sedimenti sono confinati dalla scarpata d'erosione dell'unità di Bassano dallo sbocco vallivo per circa 20 km. A valle del punto in cui termina l'incisione, l'unità del Brenta, non più confinata, sormonta l'unità di Bassano, seppellendola;

- unità litorale veneta (Olocene): rappresenta il contributo sedimentario del fiume Piave

che ha determinato la costruzione di grandi apparati di foce alimentando nel contempo i litorali nord orientali e i lidi veneziani. Più a sud, analoghe unità geomorfologiche sono state costruite ad opera del Brenta, dell'Adige e del Po.

Il documento edito più recente che rappresenta la geomorfologia dell'intera area in studio è la "Carta geomorfologica della Pianura Padana in scala 1:250.000" (CASTIGLIONI *et al.*, 1997) (Fig. 8).

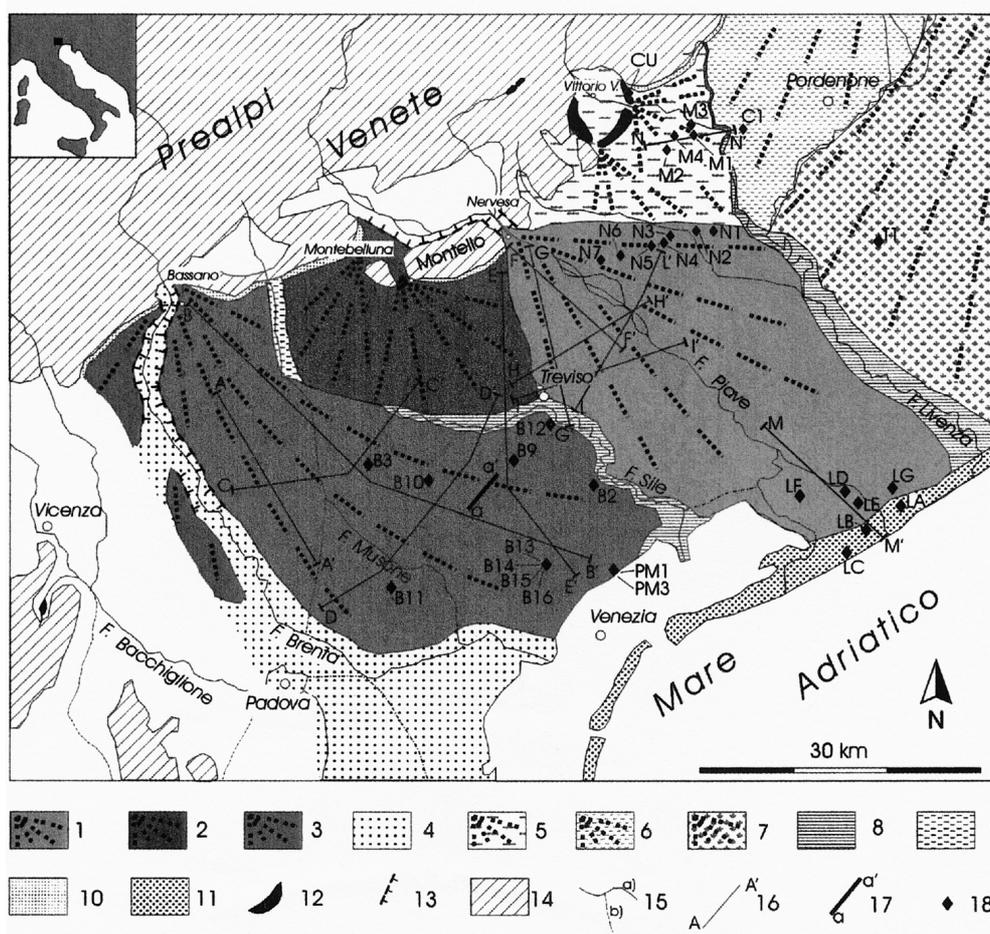


Fig. 7 - Schema geomorfologico della pianura veneto - orientale (estratto da "L'assetto geomorfologico della Pianura Veneta centro - orientale: stato delle conoscenze e nuovi dati" - Bondesan *et al.*, 2002)

Legenda: 1) unità di Nervesa (Olocene); 2) unità del conoide di Montebelluna (Pleistocene sup.); 3) unità del conoide di Bassano (Pleistocene sup.); 4) unità della pianura del Brenta (Olocene); 5) unità di Monticano-Cervada-Meschio (Olocene); 6) unità del Cellina (Pleistocene sup.); 7) unità del Tagliamento; 8) unità del Sile e unità del Livenza (Olocene); 9) unità del Musone (Olocene); 10) unità dei *glacis* e dei coni pedemontani; 11) unità litorale veneta (Olocene); 12) anfiteatro morenico di Vittorio Veneto (Pleistocene sup.); 13) principali scarpate fluviali; 14) aree montane; 1) idrografia (a) naturale, (b) artificiale; 16) traccia di profilo litostratigrafico; 17) traccia di profilo stratigrafico; 18) sito con datazione ^{14}C .

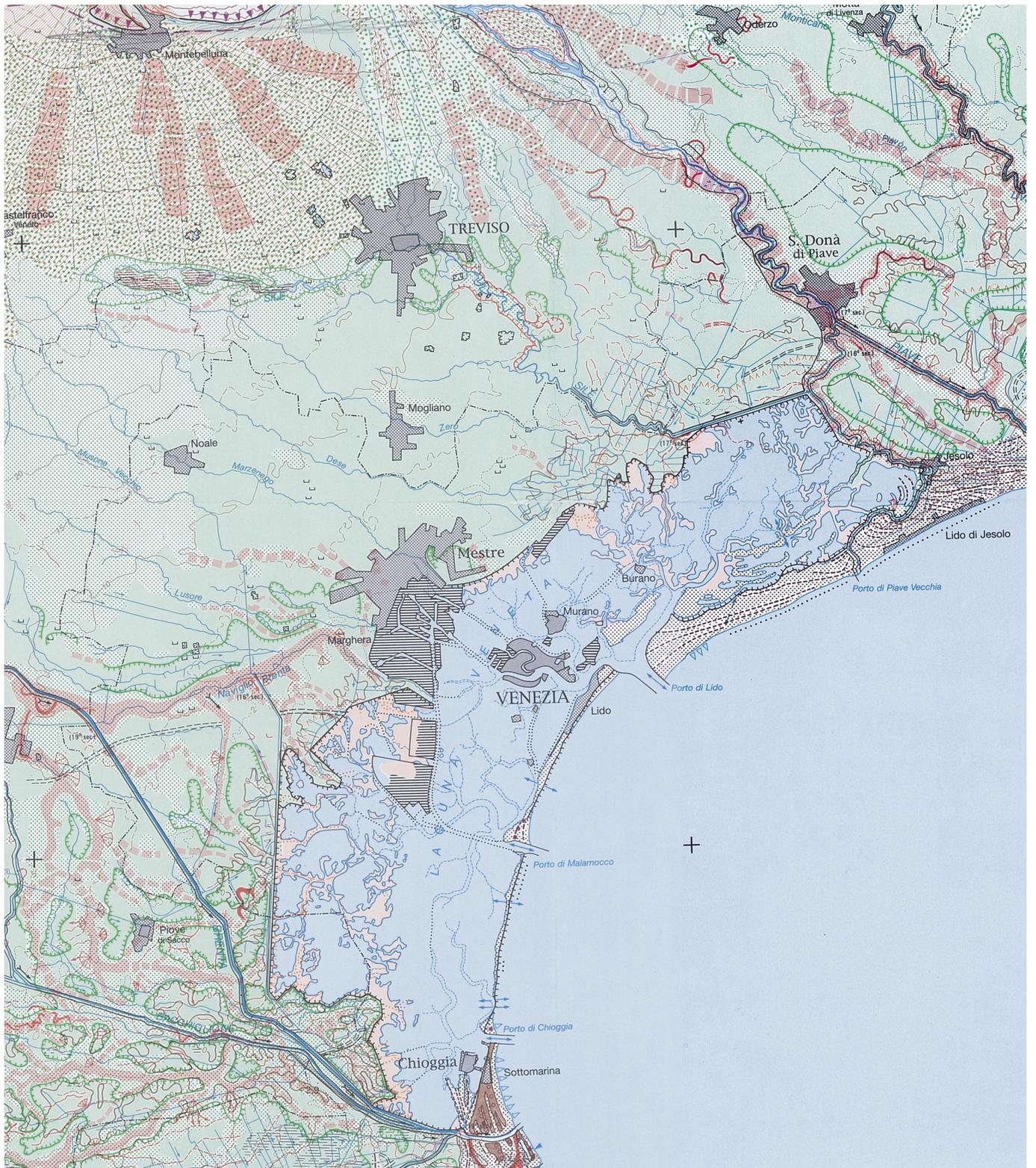


Fig. 8 - Carta geomorfologica della Pianura Padana (Castiglioni et al., 1997): a) estratto della carta relativa all'area in studio; b) legenda

LEGENDA

FORME E DEPOSITI FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI, FLUVIOLACUSTRI FLUVIAL, GLACIOFLUVIAL AND FLUVIOLACUSTRINE FORMS AND DEPOSITS

- Conoide alluvionale o fluvio-glaciale:
Alluvial or fluvio-glacial fan:
- a** - pendenza > 20‰;
> 20‰ slope;
- b** - pendenza 10-20‰;
20-10‰ slope;
- c** - pendenza < 10‰.
< 10‰ slope.
- Traccia di antico scaricatore fluvio-glaciale.
Trace of ancient meltwater channel.
- Scarpata o pendio delimitante un terrazzo:
Terrace scarp or slope:
- a** - altezza < 5 m;
< 5 m high;
- b** - altezza 5-20 m;
5-20 m high;
- c** - altezza > 20 m.
> 20 m high.
- Incisione di un corso d'acqua in generale.
Stream incision.
- Forra d'incisione fluviale (in roccia o in conglomerato).
Fluvial gorge (in bedrock or conglomerate).
- Insieme di valli o di vallicole più o meno ramificate:
Small valley system:
- a** - valli o vallicole a V o a fondo piatto, profonde;
deep, V-shaped or flat-bottomed;
- b** - larghe, svasate, poco profonde.
shallow, wide, rounded-bottomed.
- Testata di un'incisione di risorgiva.
Spring incision.
- Depressione palustre di risorgiva.
Spring marsh depression.
- Traccia di corso fluviale estinto, a livello della pianura o leggermente incassato:
Trace of abandoned river bed at plain level or slightly below:
- a** - ben conservata;
well preserved;
- b** - mal conservata.
poorly preserved.
- Tracce diffuse di corsi d'acqua a canali intrecciati, estinti.
Widespread traces of abandoned braided streams.
- Sito di importante deviazione fluviale (età, eventualmente anno).
Site of known river diversion (age and year, when known).
- Dosso fluviale particolarmente pronunciato (altezza > 2 m, pendenza longitudinale < 1‰).
Well defined levée ridge (height > 2 m, longitudinal slope < 1‰).
- Altri dossi fluviali (meno pronunciati, o a forte pendenza longitudinale).
Other fluvial ridges (less well-defined, or with higher longitudinal slope).
- Canale di esondazione.
Crevasse channel.

FORME E DEPOSITI LITORANEI E LAGUNARI COASTAL AND LAGOONAL FORMS AND DEPOSITS

- Depositi sabbiosi di ambiente prevalentemente litoraneo.
Sand deposited in littoral environment.
- Cordone litoraneo sabbioso semplice (recente ed antico):
Simple, sandy beach ridge (recent or ancient):
- a** - rilevato sulle aree circostanti;
elevated;
- b** - non rilevato e/o parzialmente sepolto.
not elevated, and/or partially buried.
- Cordone litoraneo sabbioso, complesso o largo;
Complex or wide sandy beach ridge.
- Attuale tendenza evolutiva delle linee di riva (in base ai dati pubblicati nell'Atlante delle Spiagge Italiane - CNR).
Present trend of shoreline (on basis of Atlas of Italian Beaches - CNR):
- a** - in avanzamento;
prograding;
- b** - in erosione.
retreating.
- Bocca lagunare, attiva.
Lagoonal inlet, active.
- Traccia di antica bocca lagunare.
Trace of ancient lagoonal inlet.
- Delta lagunari, dossi di corsi d'acqua sfocianti in una laguna:
Lagoon deltas, ridges of watercourses flowing into lagoon:
- a** - attivi;
active;
- b** - inattivi.
inactive.
- Barene.
Salt marsh.
- Traccia di antichi canali lagunari.
Trace of ancient lagoon channels.
- Limite verso l'interno di bacini lagunari di età medievale e moderna (ove conosciuto).
Inner boundary of lagoon basins of medieval and modern age (when known).
- Antica ripa di erosione marina.
Ancient wave-cut cliff.

FORME E DEPOSITI DI ORIGINE EOLICA FORMS AND DEPOSITS OF AEOLIAN ORIGIN

- Dune.
Dunes.
- Dune spianate (in genere per azione antropica).
Levelled dunes (mainly owing to human modification).
- Copertura di loess. **a**, **b** - associata a coltri di alterazione.
Loess cover. a, b - associated with weathering mantles.
- Affioramenti di loess di estensione limitata.
Small outcrops of loess.

In tale carta sono evidenziate le principali strutture geomorfologiche che nell'area in studio sono rappresentate principalmente da numerosi dossi fluviali intervallati ad aree depresse in pianura alluvionale, connessi con ventagli di esondazione e tracce di corsi fluviali estinti, concentrati principalmente dal Naviglio Brenta verso sud; nell'area costiera sono invece evidenziati cordoni litoranei e dune.

Di seguito vengono descritti i principali lineamenti morfologici dell'area, articolati ciascuno in uno specifico sottoparagrafo in relazione alla tipologia deposizionale.

5.2.1 Forme e depositi alluvionali

Queste forme occupano la maggior parte dell'area in esame, cioè tutta la terraferma tra Portograndi e Lova.

I lineamenti morfologici più evidenti sono gli antichi tracciati dei corsi d'acqua principali (Brenta principalmente), talora ripresi e rimodellati da corsi d'acqua minori (Musone) e di risorgiva (Sile, Marzenego, Dese e Zero).

Si riconoscono nella pianura perché costituiscono forme a dosso allungato nella direzione di flusso, dossi che rappresentano le fasce di esondazione e le arginature naturali dei corsi d'acqua stessi, con risalto morfologico più accentuato procedendo da monte verso valle; in alcuni casi rimangono le tracce dei paleoalvei di detti corsi d'acqua.

Questi lineamenti hanno tendenzialmente direzione da WNW ad ESE nell'area del Miranese, mentre vanno da ovest ad est nelle zone del Veneziano e della Riviera del Brenta.

Non mancano però dossi allungati in direzione assolutamente diversa (nord – sud) dal gradiente topografico naturale: ciò è legato alle vicende della laguna di Venezia che con gli apporti sedimentari fluviali rischiava di rimanere interrata con sicura conseguente compromissione degli interessi economici che riguardavano la Serenissima.

5.2.1.1 *Il Brenta*

La maggior parte dei percorsi riconosciuti nell'area in studio fanno capo al fiume Brenta, che

con le sue alluvioni è stato il principale artefice della costruzione dell'area stessa. I suoi dossi sono di larghezza maggiore ed hanno un maggior risalto morfologico rispetto a quelli degli altri corsi d'acqua, in quanto il Brenta aveva una maggior portata liquida e solida.

Si ritiene che il termine "Brinta", di origine forse tedesca (*Print* o *Brint* = fontana – PAVANELLO, in "Antichi scrittori di idraulica veneta", Venezia 1919) sia stato una forma volgare con cui ai tempi dei Romani veniva chiamato il "Medoacco", termine definitivamente sostituito nel VII sec. d.C. (COMEL, 1968 /c).

Il fiume Brenta ha lasciato tracce dei suoi percorsi dai pressi di Altino, a nord di Venezia, fino a sud di Chioggia.

Dalla letteratura si evince l'opinione concorde secondo cui i percorsi più settentrionali, quelli cioè ricadenti nell'unità di Bassano, corrispondenti nell'area in studio a quelli posti a monte del Naviglio Brenta, sono di età pleistocenica.

Al percorso odierno del Brenta, a nord di Padova, impostato in epoca protostorica (FAVERO in: BASSAN, FAVERO, VIANELLO, VITTURI 1994) sembra essere collegato l'ampio dosso che da Noventa Padovana raggiunge Saonara dove si dirama secondo vari tracciati.

Sui percorsi Olocenici a sud del Naviglio Brenta (compreso) gli Autori si dividono a causa della diversa interpretazione delle fonti storiche e appare assai difficile una ricostruzione temporale delle variazioni del tracciato del corso d'acqua su basi bibliografiche.

In particolare numerose sono le interpretazioni sul percorso dei "Meduaci duo" (*Medoacus Maior* e *Medoacus Minor*) che, secondo Plinio, si immettevano nella "Fossa Clodia" (la laguna di Chioggia) le cui acque sfociavano in mare formando il porto di "Aedronem" e dei "Meduaci duo" della "Tabula Peutingeriana".

Il Brenta fu spesso fonte di preoccupazioni per le frequenti piene accompagnate da disastrose inondazioni e numerosi furono quindi gli interventi finalizzati al loro contenimento.

Nel 1142 per ridurre questi inconvenienti i Padovani aprirono un diversivo presso Noventa Padovana in direzione di Venezia utilizzando uno dei tanti corsi naturali o artificiali che servivano

da comunicazione fra Padova e Venezia, creando anche una via d'acqua molto vantaggiosa per i commerci. Il corso d'acqua si scaricava in laguna probabilmente con due foci: con il fiume di Oriago presso Fusina e con il Bottenigo, presso S. Marta (probabilmente la maggiore). Quest'ultima foce fu la prima ad essere chiusa, nel 1191, quando le preoccupazioni per l'interrimento della laguna diedero inizio a quella serie di provvedimenti miranti ad allontanare sempre più le foci del Brenta da Venezia e dalla laguna ad opera principalmente della Serenissima.

Senza passare in rassegna tutte le numerosissime vicende che caratterizzarono le diversioni del Brenta fino ai giorni nostri (per le quali si rimanda alla notevole bibliografia esistente in merito), basti qui menzionare le tappe salienti, che hanno prodotto conseguenze morfologiche permanenti e visibili sul territorio:

- 1327 - spostamento della foce da Fusina a Volpago, verso l'isola di S. Marco di Bocca di Lama;
- 1439 – il Brenta rompe gli argini ad Oriago, si scarica nel Bottenigo (Musone) e allaga il territorio;
- 1457 – il Brenta viene deviato da Dolo verso Sambruson, S. Maria di Lugo (lungo la Brenta Secca) e attraverso il Canale di Lugo portato nel Canale Maggiore;
- 1507 – il fiume viene deviato da Dolo a Sambruson, inviato a Conche e fatto sfociare, assieme al Bacchiglione, attraverso il Canale di Montalbano nella Laguna di Chioggia (Taglio Brenta Nuova o Brentone);
- 1531 – il Brenta, da Mira, attraverso il Canal Cornio e il Canal Maggiore, viene fatto sfociare, con il diversivo della Mira, nella laguna di Malamocco;
- 1540 – il Brenta viene fatto sfociare a Brondolo, contribuendo in modo determinante all'espansione del litorale di Brondolo e di Sottomarina;
- 1610 – realizzazione del Taglio Nuovissimo da Mira a Brondolo, dove il Brenta confluisce fino al 1840, quando fu nuovamente fatto sfociare nella laguna di Chioggia;
- 1858 – attuazione del Piano Artico, con il quale viene immessa l'acqua del Brenta nel

nuovo taglio (Cunetta di Strà) da Fossalovara a Corte con foce nella laguna di Chioggia;

- 1896 – il Brenta viene estromesso dalla laguna e fatto sfociare nuovamente a Brondolo.

5.2.1.2 *Il Musone*

Tra il Brenta e il Piave, l'unico corso d'acqua che non sia di risorgiva è il Musone, che trae origine dalle colline a nord di Asolo, nelle due località di Castalcucco e Monfumo.

A differenza della maggior parte dei corsi d'acqua che sboccando a valle costruiscono una conoide ghiaiosa entro la quale vi è una dispersione delle acque, il Musone allo sbocco vallivo scorre su un letto marnoso argilloso impermeabile che ne favorisce l'esondazione.

L'area occupata dai sedimenti del Musone nel Postglaciale è situata quasi tutta in sinistra del suo corso attuale (COMEL, 1965), come viene pure evidenziato con il microrilievo e con il tele-rilevamento da satellite (MARCOLONGO *et al.*, 1978) che rilevano un avvallamento con direzione N-S posto ad est del Musone.

A sud di Castelfranco, la fascia di queste alluvioni si sposta ancora più ad est, terminando nella zona di Resana e raggiungendo Casacorba ove sono le sorgenti del Sile, e andando in parte ad alimentare e formare quest'ultimo.

Secondo PIANETTI (1979), nel Postglaciale würmiano il Musone arrivava con un suo alveo e con una fascia di proprie alluvioni presso Castelfranco. Da qui proseguiva in un alveo abbandonato del Brenta che si era già spostato verso occidente, e in parte, forse, nell'attuale Sile.

Già in epoca romana, il Musone da Castel Godego piegava verso Castelfranco e proseguendo per Camposampiero, Stigliano, Salzano e Mestre, sboccava in laguna, andando a costruire le isole sulle quali sarebbe sorta Venezia.

Nel XVII sec., da Castello di Godego (vicino a Castelfranco), fu condotto in un alveo artificiale, detto "Musone dei Sassi", a sfociare nel Brenta a Pontevigodarzere, presso Padova (1612). La parte rimanente venne avviata da Salzano verso Mirano e poi nel Novissimo ("Taglio di Mirano", ultimato nel 1655).

Da Massanzago a Salzano il corso del Musone coincide con quello del Muson Vecchio. La persistenza nell'antichità di questo corso è provata dal fatto che esso coincideva con il confine fra l'Agro centuriato di Padova e quello di Altino.

Da Salzano la continuazione antica più probabile del Musone era l'attuale Rio Cimetto (PIANETTI, 1979). Questa ipotesi è confortata sia dall'esame delle foto aeree, sia dalla decalcificazione subita dai terreni nel suo intorno, non attribuibile al modesto scolo odierno (COMEL, 1968 /b).

La continuazione del Musone era ritenuta da alcuni autori identificabile con il Canale Mene-gon, Canale Cime, Canale Tron, Scolo Lusore (ex Bottenigo) con sbocco in laguna nella zona dell'attuale Ca' Emiliani. Tale via è invece attribuita, principalmente in base a fonti cartografiche antiche, a un corso posteriore a quello originario, mentre la prosecuzione del Musone – Cimetto originario sarebbe stata identificata in un canaletto che ora si unisce al Marzenego e che un tempo invece avrebbe proseguito individualmente fino alla laguna attraverso l'attuale Canal Salso che ne sarebbe un tronco rettificato (BRUNELLO, 1968). La deviazione di percorso, abbastanza brusca e parallela alla laguna, da esso fatta induce a pensare che questa via sia stata rimaneggiata artificialmente e che l'originaria foce fosse più a sud, in prosecuzione del corso superiore del Rio Cimetto: la forte urbanizzazione di Mestre e Marghera maschera le tracce della continuazione di questo corso d'acqua, lasciando ipotizzare solo che lo sbocco del Musone in laguna fosse nella direzione dell'attuale tronco ferroviario Mestre - Venezia (PIANETTI, 1979).

5.2.1.3 *Marzenego, Dese e Zero*

Marzenego, Dese e Zero sono tre corsi d'acqua di risorgiva che occupano la pianura compresa tra Musone e Sile, traendo origine rispettivamente presso Fratta di Resana, presso Brentella (poco a nord di Resana) e presso Campigo (a SE di Castelfranco).

Il più importante dei tre, per portata e per lunghezza, è sicuramente il Marzenego che nel tempo ha assunto i nomi di "Cavergnago", prima, e

"Mestre", poi (BRUNELLO, 1993).

Pur legati idrograficamente e morfologicamente al cono di deiezione antico del Brenta, hanno il loro corso in prosecuzione di quello del Musone.

PIANETTI (1968) ipotizza che i tre fiumi trag-gano origine dall'incontro di un antico alveo del Brenta, di un antico alveo del Piave e dal corso antico del torrente Musone; BRUNELLO (1993) ritiene che essi risultino formati dalle acque di risorgiva che hanno invaso in epoche remote l'alveo abbandonato del Musone.

I primi documenti che menzionano i tre fiumi risalgono al IX e al X sec., ma a quei tempi ormai non sembra che il loro stato fosse molto diverso da quello attuale: se mutamenti ci possono essere stati debbono farsi risalire ai secoli precedenti al 1.000, ma su questo non ci sono notizie.

A partire dal XIV sec. i nomi dei tre corsi d'acqua cominciano ad apparire molto frequentemente nei documenti della Repubblica di Venezia, che vedeva le loro foci in laguna come fonte di impaludamenti e di diffusione della malaria. Iniziò così anche per il Marzenego, il Dese e lo Zero un lungo periodo nel quale venivano proposti, discussi, realizzati o bocciati progetti idraulici.

Oggi le acque del Marzenego vengono condotte con un lungo canale che costeggia la laguna (Osellino) nel Dese, a sua volta riunito nello Zero, ed insieme nel bacino dei Tre Porti, presso Altino.

5.2.1.4 *Il Sile*

È noto che il fiume Sile è un corso d'acqua di risorgiva, che prende origine a NW di Treviso, presso Casacorba: le sue acque sgorgano da polle emergenti lungo la fascia dei fontanili, una ventina di chilometri a sud del margine prealpino.

Data la sua origine, il Sile ha le caratteristiche di un fiume tranquillo, che scorre meandriforme, con gradienti topografici modestissimi, nella bassura tra le deposizioni plavensi, a nord, e quelle del Brenta a sud. Secondo alcuni autori esso è impostato in un antico alveo del Piave.

Le sue portate, a differenza dei corsi d'acqua di

origine alpina, sono più costanti e le esondazioni più modeste.

Per questi motivi la sua azione morfogenetica è stata più ridotta e limitata spazialmente, rispetto a quelle del Piave e del Brenta.

L'estensione della fascia di esondazione del Sile, molto netta in sinistra idrografica nella zona di foce, non lo è invece nella zona in esame (in destra idrografica). Ciò si deve al fatto che il Sile da questo lato si è spinto in laguna con più rami, contemporaneamente o successivamente usufruiti, a formare un vero e proprio delta; lungo essi, le acque di piena esondanti si sono dilatate sul terreno inondandolo e deponendovi materiali di torbida.

Nel XV secolo il Sile sboccava in laguna con sette bocche, di cui le principali erano il Canale Silone, il Canale Siloncello e il Canale Siletto. Altri di minore importanza vennero avulsi, come il Canale dei Lanzoni, o diventarono foce di fiumicelli vicini, come il Dese.

I percorsi principali, con i quali il Sile si immetteva in laguna, secondo COMEL (1964) si potrebbero così schematizzare:

- uno di essi doveva coincidere con l'attuale Canale Cenesa prolungandosi per quello di S. Felice (probabile corso del Siletto);
- un altro doveva coincidere con il Corso attuale del Canale Silone, defluente per un certo tempo lungo il Canale della Dossa e poi per l'attuale Canale Silone che si prolunga per il Canale di Burano;
- un altro ancora doveva defluire per il Canale Siloncello comunicante con il Silone;
- un quarto, il più occidentale, scendendo da Quarto d'Altino doveva seguire il tracciato del corso meridiano terminale dello Zero e del Dese, a sua volta convergente nel Canale di Burano.

Tutte queste acque confluivano infine nel Porto dei Tre Porti, uscendo in mare aperto per il Porto di Lido e depositando i sedimenti trasportati, compiendo quindi una cospicua azione di interrimento di questo tratto di laguna.

Per questo motivo nel 1683 il Sile, mediante il Taglio del Sile, venne immesso nel vecchio alveo del Piave e fatto sfociare in mare al Porto di Piave Vecchia.

5.2.2 Forme e depositi litoranei

Le sottili strisce di terra che separano la laguna dal mare aperto sono i cordoni litoranei che formano la penisola del Cavallino e le isole di S. Erasmo, Vignole, Lido, Pellestrina e Ca' Roman.

I depositi sabbiosi che li costituiscono sono la risultante dell'azione combinata:

- dei corsi d'acqua, che hanno apportato i sedimenti alle foci;
- del mare, che li ha rielaborati e rideposti secondo la dinamica delle sue correnti, della marea e del moto ondoso;
- del vento, che li ha rielaborati a dare apparati dunali più o meno sviluppati.

Per quanto riguarda i corsi d'acqua che hanno contribuito nell'Olocene alla formazione dei litorali, la distinzione dei sedimenti è stata realizzata da alcuni autori su basi mineralogiche e petrografiche.

Le differenze mineralogiche areali lungo l'intero litorale sono marcate nelle sabbie di deposizione olocenica mentre sono poco apprezzabili per quelle tardo - pleistoceniche. Almeno per le sabbie oloceniche (più superficiali), quindi, i carbonati, e in particolare la dolomite, aumentano procedendo da sud a nord mentre diminuiscono i silicati totali; la diversità della composizione mineralogica media tra i settori settentrionale e meridionale è imputabile alle differenti caratteristiche petrografiche degli apporti solidi fluviali prevalentemente carbonatici a nord e silicatici a sud (BONARDI e TOSI, 1995).

La silice è il costituente principale nelle sabbie del Brenta, Adige e Po, mentre in quelle del Piave e del Bacchiglione risulta subordinata rispetto ai carbonati (ZANETTIN, 1955 ; JOBSTRAIBER e MALESANI, 1973).

Secondo COMEL (1969) il litorale del Cavallino - almeno fino alla bocca di porto del Lido - sarebbe costituito da sedimenti sabbiosi di origine plavense. Sicuramente più a sud l'apporto principale è del Brenta (Lido e Pellestrina) e, secondariamente, dell'Adige e del Po.

I lineamenti caratteristici sono allineamenti di dune e scanni subparalleli, orientati secondo la linea di costa attuale o presente al tempo della formazione.

Ciò consente di identificare antiche linee di costa, più interne, riconosciute all'interno della laguna (FAVERO, SERANDREI, 1980) e nella Penisola del Cavallino (RIZZETTO, 2000).

Per quanto riguarda il Lido e Pellestrina la tendenza evolutiva è erosiva: nelle sottili strisce di terra rimaste non sono identificabili tracce particolari, anche perché sono intensamente urbanizzate. Per questo la difesa del cordone litoraneo è stata, nei secoli, un obiettivo tenacemente perseguito. Inizialmente con opere in legno (VI secolo), successivamente (XVIII secolo) con opere in pietra, i "murazzi".

Per quanto riguarda S. Erasmo e Vignole, esse presentano una condizione di sostanziale stabilità, in quanto sono state "chiuso" nella laguna dalla Penisola del Cavallino e non sono più soggette

a sedimentazione di tipo litorale.

I varchi tra i cordoni litoranei, che mettono in rapporto il mare con la laguna consentendo il flusso e riflusso della marea, oggi sono tre, delimitati da lunghi moli foranei: bocche di porto di Lido, Malamocco e Chioggia.

Un tempo erano di più, ma con lo sviluppo naturale e artificiale del litorale sono state ridotte di numero nel tempo.

A titolo di esempio, nel '300, nel tratti di litorale compreso tra il porto di Brondolo, a sud, e quello di Piave, a nord, si potevano contare sette bocche di porto: porto di Chioggia, porto di Pastene (Portosecco), porto di Malamocco, porto di S. Nicolò, porto di S. Erasmo, porto di Tre Porti, porto di Lio Maggiore (canale Pordelio) (FAVERO *et al.*, 1988) (Fig. 9).

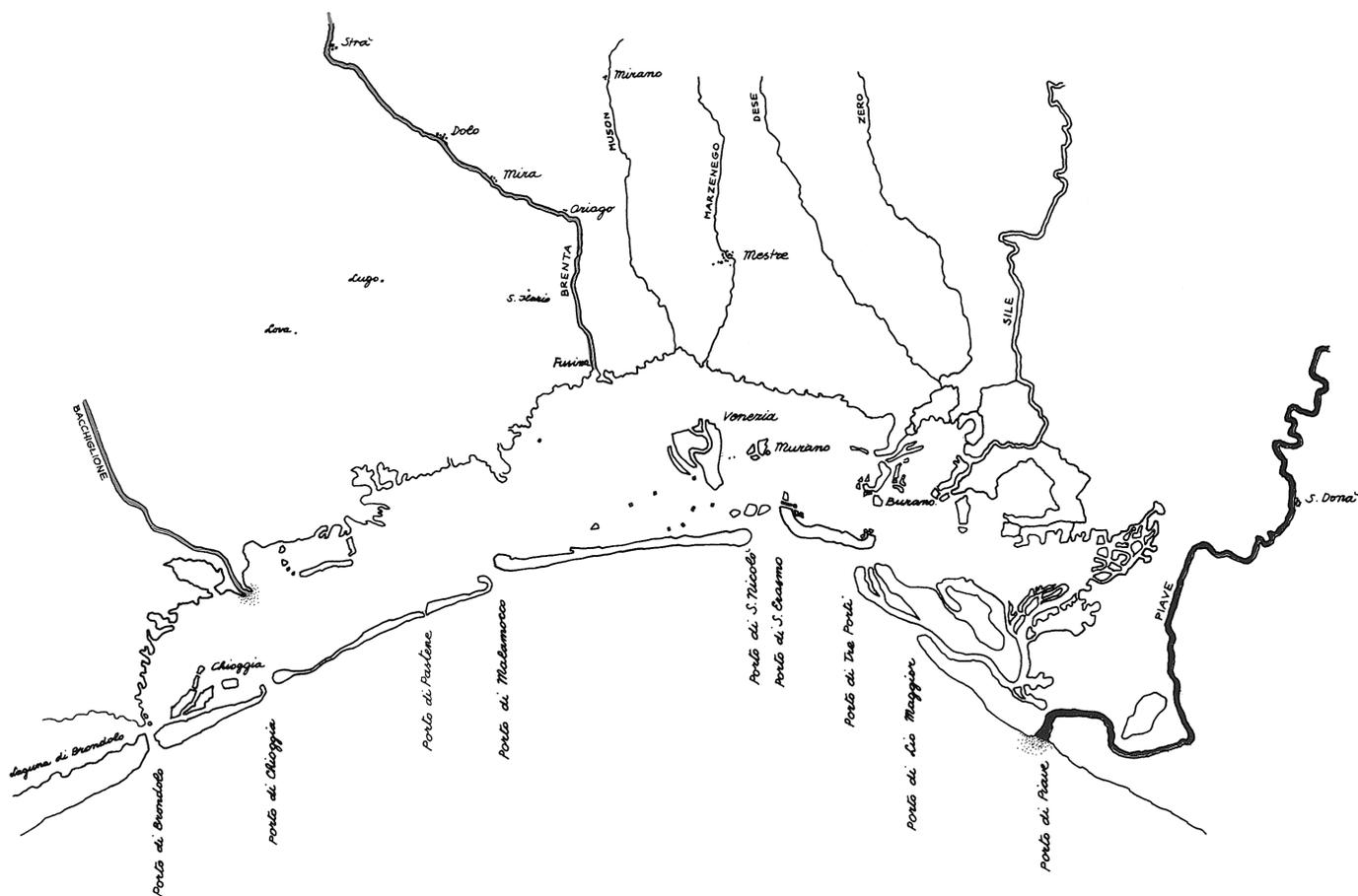


Fig. 9 - Schema geografico della laguna di Venezia nel '300 (estratto da "Morfologia storica della Laguna di Venezia" - FAVERO *et al.*, 1988)

5.2.3 Forme e depositi lagunari

Tutto lo specchio d'acqua lagunare e una fascia irregolare di terraferma perilagunare, che apparteneva alla laguna e che ora è stata bonificata, sono occupate da particolari depositi, morfologicamente ben distinguibili da quelli alluvionali e da quelli litorali.

La morfologia lagunare dipende dal rapporto che viene ad instaurarsi tra apporti di materiali solidi dal mare o dai fiumi e l'azione erosiva delle onde e delle maree.

Ambienti mutevoli che si susseguono dalla terraferma al mare caratterizzano la complessa e articolata morfologia della laguna:

- velme: superfici piatte costituite da terreni completamente saturi, quasi sempre sommerse; emergono solo con le basse maree;
- barene: superfici piatte costituite da terreni di varia litologia quasi sempre emerse e comunque non sommerse con le normali alte maree; hanno generalmente quote comprese tra quelle di marea (tra 0 e + 80 cm); le barene sono considerate come parte del sistema acquatico, nonostante si trovino a quote superiori al livello mare e comunque maggiori di alcune aree nel centro di Venezia classificate come terre asciutte e altre zone dell'entroterra; esse vengono attribuite al sistema d'acqua in relazione al loro ruolo

come regolatori dell'idrodinamica lagunare senza impedire le espansioni di marea. Inoltre esse ospitano una ricca produzione organica, vegetale, batterica e una ricca avifauna;

- ghebi: canali dal tracciato tortuoso all'interno delle barene; spesso finiscono nei
- chiari: specchi d'acqua piovana o salmastra all'interno delle barene;
- bassifondi: superfici al di sotto del livello del mare a fianco dei canali;
- valli da pesca: caratteristiche delle lagune dell'alto Adriatico, sono aree lagunari separate dalla laguna aperta da un'arginatura che ne determina l'esclusione dai flussi e riflussi della marea; fin da tempi antichissimi sono state attrezzate per l'itticoltura e la caccia;
- isole: terre sempre emerse; le isole minori nel corso dei secoli hanno svolto funzioni diverse e articolate come sedi militari, conventuali ed ospedaliere; quelle maggiori invece sono state sedi di importanti centri urbani.
- canali: corsi d'acqua più profondi spesso delimitati dalle acque lagunari circostanti da file di pali denominati "bricole". Vengono utilizzati per la navigazione interna e sono stati approfonditi artificialmente; essi diventano via via meno profondi all'approssimarsi della conterminazione lagunare (da 10 – 8 m a 2 m). Sono le vie preferenziali per la propagazione di marea.

6. SISTEMI LITOLOGICI

6.1 GENERALITÀ

La carta dei “*Sistemi litologici*”, appositamente realizzata alla scala 1:20.000 e riportata in Allegato 1 alla scala 1:50.000, è la rappresentazione cartografica delle caratteristiche litologico-tessiturali dei terreni di copertura fino a 1-2 m di profondità in rapporto al sistema deposizionale di appartenenza. Essa può essere quindi di supporto agli studi di carattere geologico e pedologico, oltre che a qualsiasi intervento antropico sul territorio, che deve sempre, *in primis*, interfacciarsi con questo strato di terreno (si pensi all’agricoltura, ad interventi di urbanizzazione, di infrastrutture, ecc.).

Il “*sistema litologico*”, termine utilizzato in occasione dello “*Studio geoambientale della provincia di Venezia - parte meridionale*” (BASSAN et al., 1994), può in qualche modo essere ricondotto ad alcuni documenti ufficiali e/o pubblicazioni, anche cartografiche⁷.

Ogni singolo sistema litologico viene descritto e perimetrato principalmente in base alla tessitura, ma vengono anche date indicazioni relative ai rapporti stratigrafici a modesta profondità, al colore, alla geomorfologia, ad eventuali informazioni sul grado di saturazione e sul drenaggio.

Una trattazione a parte è stata fatta per quanto riguarda la distribuzione dei carbonati di calcio

ed il fenomeno della decarbonatazione superficiale con accumulo di concrezioni carbonatiche in profondità (paragrafo 7 e Allegati 3 e 4), sia in quanto è stata verificata una diffusione molto complessa del fenomeno in quest’area che avrebbe complicato moltissimo la legenda, sia per il particolare significato pedogenetico, che fornisce indicazioni sull’età relativa dei sedimenti.

Nel corso delle indagini di campagna sono anche stati considerati i termini locali, assai utili per rapportarsi con gli agricoltori locali.

6.2 METODOLOGIA

Come già accennato, i numerosissimi dati puntuali ed areali, esistenti o appositamente eseguiti, hanno imposto uno sforzo di sintesi cartografica preliminare delle conoscenze (con la predisposizione di una bozza di legenda), sulla base delle quali è stato condotto il rilevamento in campagna.

La procedura di realizzazione della carta è stata quindi la seguente:

- in *primis* è stata effettuata una sintesi cartografica dei seguenti dati e studi esistenti:
 - circa un migliaio di dati stratigrafici relativi ai sondaggi della banca dati informatizzata della Provincia;
 - circa 2.000 trivellate pedologiche della banca dati informatizzata della Provincia;
 - circa 200 profili del suolo della banca dati informatizzata della Provincia, di cui 50 direttamente eseguiti nell’ambito del presente studio;
 - tesi di laurea;
 - alcune centinaia di analisi dei terreni agrari contenute nelle omonime pubblicazioni del Prof. A. Comel (Tavolette “Quarto d’Altino”, “Mogliano”, “Scorzè”, “Mirano”, isola di Torcello e “Cavallino – Treporti”);
 - Piani Generali di Bonifica e Tutela del Territorio Rurale (PGBTTR) realizzati dai 4

⁷ Ci si riferisce in particolare ai seguenti documenti:

- “*Catalogo dei paesaggi della pianura veneta finalizzato alla cartografia dei suoli*” (ancorchè documento ufficiale, messo a punto nel febbraio 2000 dal Geomorfologo dott. Paolo Mozzi dell’Università di Padova - Dipartimento di Geografia, per conto dell’Osservatorio Pedologico dell’ARPAV - Centro Agroambientale di Castelfranco Veneto, nell’ambito della realizzazione della carta dei suoli del Bacino Scolante in Laguna, scala 1:50.000);
- “*Carta geologica del foglio Ravenna*” (progetto Cartografia Geologica d’Italia in scala 1:50.000 - CARG);
- “*Carta geologica dell’Emilia Romagna*”;
- “*Carta geopedologica dell’area nord-orientale del territorio provinciale di Venezia*”.

Consorzi di bonifica competenti territorialmente⁸;

- studi geologici realizzati per i Piani Regolatori Generali (PRG) Comunali;
- conoscenze derivanti da lavori di carattere professionale.

La definizione preliminare degli ambiti appartenenti al medesimo sistema litologico (e relativa legenda) è stata realizzata tenendo conto principalmente di due carte tematiche elaborate nell'ambito di altri studi geologici e idrogeologici eseguiti per conto della Provincia di Venezia; in particolare si sono utilizzate la "Carta del micro-rilievo" (di cui si è detto nel capitolo precedente) e la "Carta delle principali unità geomorfologiche" basata su sola fotointerpretazione.

Da questa base di partenza sono state effettuate le seguenti operazioni:

- rilevamento litopedomorfologico mediante la visione diretta dei sedimenti superficiali, anche su scavi esistenti (circa una decina) e trivellate speditive (una cinquantina), generalmente integrato con il metodo delle interviste ad agricoltori; l'originale di rilevamento (alla scala 1:20.000) si trova presso l'Ufficio Difesa del Suolo del Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio della Provincia di Venezia; le carte originali, oltre a rappresentare i sistemi litologici alla scala del rilevamento, riportano pure le ubicazioni delle interviste con numero d'ordine, le quali sono raccolte in un quaderno presso il medesimo Ufficio della Provincia;
- confronto con le elaborazioni sulla distribuzione dei carbonati appositamente realizzate (con riferimento agli Allegati 3 e 4, che verranno illustrate nel prossimo paragrafo);
- esame di cartografie storiche IGM 1:25.000 primo impianto (1892) – elaborazione dell'uso del suolo appositamente eseguita, in minuta, dalla Dott.ssa Elena Bassan e successivamente perfezionata (maggior dettaglio di classi di uso del suolo) ed integrata con l'uso del suolo elaborato a partire pure dalla Carta del Lombardo Veneto (1833) dal Dr Paolo

Mozzi, con la collaborazione della Dott.ssa Chiara Levorato;

- confronto con una particolare elaborazione cartografica intermedia appositamente eseguita nella quale sono stati suddivisi per classi di colore, sulla base delle tavole Munsell, i terreni agrari relativi agli orizzonti lavorati di superficie (Ap) così come descritti nelle trivellate e nei profili pedologici, allo scopo di identificare alcuni caratteri pedologici salienti dei terreni agrari superficiali (terreni più scuri e ricchi di sostanza organica; terreni con segni di idromorfia dati da colori più tendenti al grigio; terreni di color ocreo a causa dell'ossidazione subita in seguito ad una notevole esposizione alla pedogenesi);
- confronto con il lavoro realizzato nell'ambito del progetto "Carta geomorfologica informatizzata del territorio provinciale di Venezia" (carte di lavoro alla scala 1:20.000).

La carta così ottenuta è riportata in Allegato 1 alla scala 1:50.000.

6.3 COSTRUZIONE DELLA LEGENDA

In legenda i sistemi litologici sono raggruppati in base alla tipologia deposizionale in:

- **Depositi alluvionali** – tra cui vengono inclusi anche i depositi alluvionali ed i rimaneggiamenti dei corsi d'acqua di risorgiva.
- **Depositi lagunari e lagune costiere** - aree lagunari e paludi costiere antiche (più estese verso l'entroterra, riconoscibili per tracce di canali di marea, drenaggio difficoltoso, presenza di depositi di ambiente salmastro caratterizzati dalla presenza di conchiglie e salinità, per soggiacenza al livello mare) o bonificate nel corso dei tempi storici (come nel caso precedente ma anche visibili dal confronto con carte storiche). Vengono qui inclusi pure i depositi di alcune zone lagunari emerse, corrispondenti a isole lagunari nelle quali non è prevalente l'urbanizzazione. Inoltre, sono stati inseriti in questa classe le zone di transizione tra ambiente lagunare e litorale presenti sul lato interno dei lidi e del Cavallino. Infine, sono state riportate an-

⁸ "Bacchiglione – Brenta", "Sinistra – Medio Brenta", "Dese – Sile" e "Basso Piave".

che aree palustri lagunari (ex valli da pesca di S. Erasmo). Non sono invece stati indicati i depositi lagunari attuali, sommersi o appartenenti a velme e barene, coerentemente con gli analoghi studi relativi alle altre parti del territorio provinciale.

- **Depositi litorali** - si tratta di sedimenti trasportati a mare dai corsi d'acqua e deposti lungo la fascia costiera dopo essere stati rielaborati dalle correnti marine e dal moto ondoso. Si ricorda che nell'area centrale sono presenti ampie fasce di transizione tra l'ambiente litorale e quello lagunare, testimoniate dalla fitta e superficiale interdiggazione dei sedimenti appartenenti ai due sistemi considerati.
- **Depositi di origine antropica** - terreni di riporto di varia natura e a vario titolo, casse di

colmata ed aree intensamente urbanizzate.

Le caratteristiche descrittive del sistema litologico, riportate in legenda, sono:

- tessitura prevalente con la corrispondenza indicativa della classe tessiturale e della classe granulometrica U.S.D.A. (Fig. 10).
- colore (definizione estratta dalle tavole Munsell)
- geomorfologia
- eventuali informazioni sul grado di saturazione e sul drenaggio.

Durante il rilevamento di campagna sono emerse le terminologie locali in uso tra gli agricoltori con le quali si potrebbe costruire un vero e proprio glossario. In legenda non sono state riportate, ma verranno elencate nelle descrizioni dei singoli sistemi.

Di seguito viene riportata la legenda.

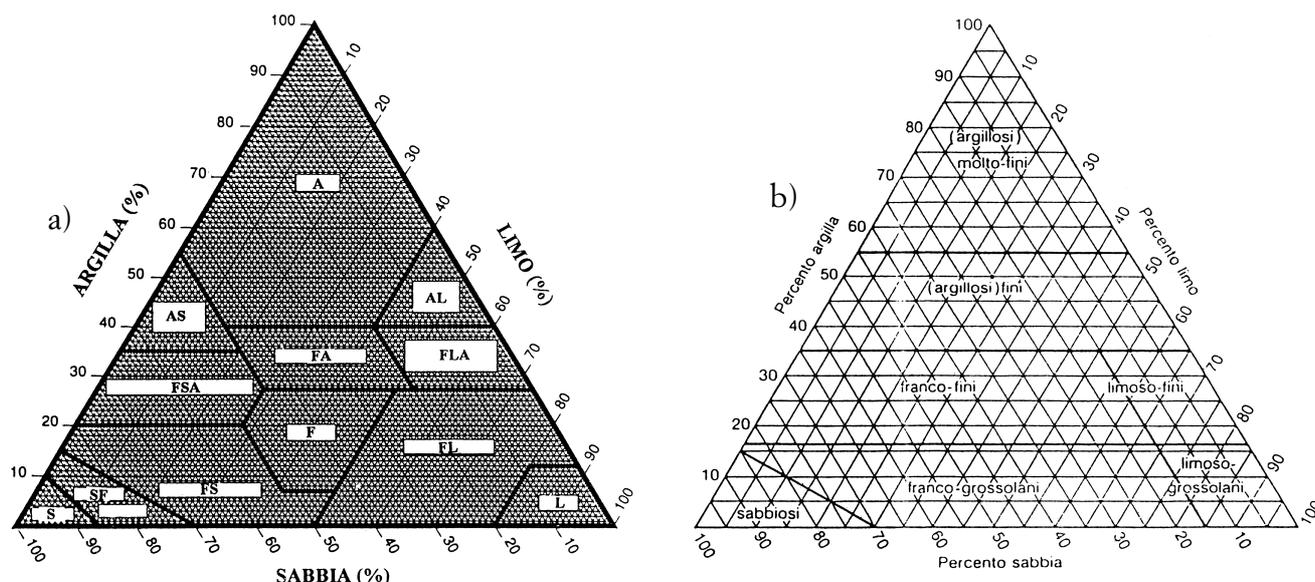


Fig. 10 - a) triangolo tessiturale USDA; b) triangolo granulometrico USDA.

DEPOSITI ALLUVIONALI

Sabbie e sabbie limose alluvionali generalmente in corrispondenza di corsi d'acqua abbandonati (paleovalvei). Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: SAB Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: S - SF	8*
Sabbie e sabbie limose in corrispondenza di ventagli di esondazione e rotte fluviali. Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: SAB Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: S - SF	7

(*) Il numero riportato è quello corrispondente al terreno rappresentato nella Fig. 11, a pag. 43.

Sabbie limose e limi sabbiosi alluvionali di colore marron oliva, appartenenti alla fascia di esondazione dei corsi d'acqua (attuali ed estinti) e costituenti le arginature naturali, con risalto morfologico rispetto ai terreni circostanti (dossi fluviali). <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: FGR, SAB</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: SF - FS - FSA</i>	6
Limi sabbiosi e, in subordine, sabbie limose alluvionali di colore marron oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali (dei quali talora ne costituiscono i fianchi) ed i catini interfluviali. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: FGR</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: FS - F</i>	4
Limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose ed argille sabbiose alluvionali di colore marron oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali ed i catini interfluviali. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: FFI, LGR</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: F - FL - FSA (localmente FS)</i>	1
Limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose in aree soggette ad impaludamento o a ristagno d'acqua nei tempi storici per cause antropiche e successivamente bonificate, di colore marron grigiastro più o meno scuro in relazione allo stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione in seguito a lavori di bonifica. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: FFI, LGR</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: F - FL - FSA (localmente FS)</i>	3
Limi argillosi, argille limose, limi e argille di origine alluvionale di colore marron oliva, appartenenti alle aree depresse nei catini interfluviali. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: AFI, LFI</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: FL - FLA - FA - AL - A</i>	9
Limi argillosi, argille limose, limi e argille di deposito palustre, in aree soggiacenti al livello mare di recente bonifica, di colore marron grigiastro più o meno scuro in relazione allo stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione in seguito ai lavori di bonifica. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: AFI, LFI</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: FL - FLA - FA - AL - A</i>	27
Limi, limi argillosi e, più raramente, argille limose di colore marron oliva, rappresentanti le ultime fasi di sedimentazione tranquilla di corsi d'acqua estinti ("tappi argillosi" di paleoalvei). <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: LFI</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: FL - FLA - FA - AL - A</i>	12
Terreni umiferi e torbosi.	14

DEPOSITI LAGUNARI E PALUDI COSTIERE

Argille e limi prevalenti di color bruno con presenza di resti conchigliari e tracce di canali di marea, in vario stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione in seguito a lavori di bonifica. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: AFI, LFI</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: FL - FLA - FA - AL - A</i>	13
Limi e limi argillosi prevalenti con frequenti intercalazioni limoso-sabbiose e sabbioso-limose nelle isole lagunari attuali e in zone di transizione all'ambiente litorale. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: FFI</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: F - FL - FSA (localmente FS)</i>	21

Argille limose ed argille prevalenti nelle isole lagunari attuali ed in zone di transizione all'ambiente litorale. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: AFI</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: FL - FLA - FA - AL - A</i>	22
Aree palustri	29

DEPOSITI LITORALI

Sabbie litorali sciolte da medio fini a fini. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: SAB</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: S</i>	23
Sabbie limose e limi sabbiosi, talora con alternanze di argille organiche molli e torbe, e sabbie limoso-argillose di fondo lagunare a debole profondità (transizione, per lo più saturate, tra fascia litorale e laguna). Spesso sono rimescolate con il substrato ed arricchite in sostanza organica a causa delle lavorazioni orticole. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: SAB, FGR</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: S - SF - localmente FS</i>	20

DEPOSITI DI ORIGINE ANTROPICA

Aree bonificate mediante riporto di materiali a composizione e spessore variabile.	24
Terreni di riporto prevalentemente sabbiosi, con resti conchigliari, provenienti dallo scavo dei fondali lagunari. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: SAB, FGR</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: S - SF - localmente F</i>	26
Terreni di riporto prevalentemente limoso-argillosi, con resti conchigliari, provenienti dallo scavo dei fondali lagunari. <i>Classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: AFI</i> <i>Classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: FL - FLA - FA - AL - A</i>	25
Casse di colmata	
Aree intensamente urbanizzate	

6.4 DESCRIZIONE DELLA CARTA DEI SISTEMI LITOLOGICI

In linea generale, l'entroterra è stato oggetto di depositi prevalentemente alluvionali.

Le aree lagunare, perilagunare e litorale rappresentano l'apparato deltizio dei principali corsi d'acqua dove gli ambienti deposizionali variano di posizione nel tempo e si interfacciano non sempre in maniera netta.

In queste aree di transizione tra l'ambiente ma-

rino e quello continentale, la principale fonte di sedimentazione è data dai fiumi. Nel caso specifico si tratta di un'area di sedimentazione interdeltizia il cui modello è quello "spiaggia-barriera-laguna" (RICCI, LUCCHI, 1980), la cui tendenza può essere regressiva (avanzamento della terraferma), trasgressiva (arretramento della linea di costa) o stazionaria, in relazione al bilancio sedimentario. È noto che la laguna è stato il bacino recettore dei sedimenti principalmente del Brenta, il quale è stato estromesso a forza proprio per preservare

l'ambiente lagunare dall'interramento e l'equilibrio sedimentario lagunare e litorale è attualmente mantenuto artificialmente.

In ogni caso il complesso barriera – laguna riflette un equilibrio differente tra apporti ed energia meccanica; la sabbia giunge in quantità sufficiente per alimentare i cordoni mentre il fango, sia per apporto più scarso sia per maggiore intensità delle onde e delle correnti di marea, non riesce a riempire la laguna.

L'esame della carta in Allegato 1 “*Sistemi litologici*”, alla scala 1:50.000, va effettuato tenendo presente questo schema sedimentario.

I sistemi litologici individuati nel territorio indagato sono ventuno, di cui sei di tipo sabbioso, sei con limo e argilla prevalenti, quattro con limo prevalente ma misto a sabbia e argilla in varie proporzioni e con varie modalità, due umiferi-torbose (di cui uno appartiene ad aree palustri attuali) e due a composizione variabile di origine antropica. Sono infine state evidenziate le aree fortemente urbanizzate, dove il rilevamento non è stato possibile per l'alta percentuale di cementificazione. Tali sistemi saranno successivamente descritti nel dettaglio.

I sistemi non sempre sono del tutto omogenei su tutto il territorio, in quanto sono stati accorpati tra loro litotipi molto ma non del tutto simili per evitare un'eccessiva frammentazione, dannosa per vari motivi e non utile ai nostri scopi. Si ritiene però utile indicare nel testo le principali di tali variazioni.

È da notare inoltre che le lavorazioni agronomiche rimescolano i depositi generalmente nel primo metro e disturbano i rapporti di intersezione tra i vari sistemi litologici, risultando spesso difficile l'interpretazione della successione temporale dei depositi stessi.

6.4.1 Depositi alluvionali

6.4.1.1 Sabbie e sabbie limose alluvionali generalmente in corrispondenza di corsi d'acqua abbandonati (paleoalvei) (N° 8).

Si tratta di terreni a tessitura prevalentemen-

te sabbioso - limosa e talora limoso -sabbiosa, specialmente in superficie, passanti a sabbie più sciolte, generalmente medie e medio fini ma talora anche più grossolane, in profondità.

Corrispondono alle classi U.S.D.A “sabbiosa” (SAB), per quella granulometrica, e “sabbioso” e “sabbioso-franca” (S-SF), per quella tessiturale.

Si trovano generalmente in fasce allungate, di modesta larghezza (massimo 150 – 200 m) a testimoniare il passaggio di antichi corsi d'acqua che hanno abbandonato il loro alveo (probabilmente in maniera relativamente repentina, a causa di una rotta o di un salto di meandro) in prevalenza sabbioso. Più raramente hanno una forma più larga, in corrispondenza di qualche meandro abbandonato, dove però non c'è una distinzione litologica tra il meandro stesso e i terreni da esso ricompresi (ad esempio nei dintorni di Stra).

Alcuni paleoalvei si trovano impostati nei terreni a tessitura prevalentemente mista (franco fini e franco grossolani) in direzione ovest-est nei pressi di Campagna Lupia. Più spesso invece sono ubicati nelle zone di dosso fluviale (fascia di esondazione del Naviglio Brenta, fascia a ridosso della strada provinciale tra Liettoli e Piove di Sacco e sul dosso della “Brenta Secca” tra Sambruson e Lughetto, in corrispondenza di quest'ultima località), anch'essi costituiti in prevalenza da sedimenti sabbiosi; si tratta però in generale di termini più misti. Questi ultimi, inoltre, hanno anche un riscontro di tipo agronomico: infatti sono generalmente identificati dagli agricoltori come “brusere”, “brusadure” o “brusaure” (analogamente alla parte meridionale del territorio provinciale) in quanto le colture lungo queste fasce si sviluppano precocemente, ma in caso di siccità avvizziscono senza maturare per l'eccessivo drenaggio dell'acqua. Essi infatti costituiscono anche direzioni preferenziali del deflusso sotterraneo, imprimendone una maggior velocità a causa di una maggiore conducibilità idraulica.

È da notare che questi litotipi, per quanto riguarda almeno quelli di un certo rilievo per dimensioni e lunghezza (evidenziati in carta), sono stati riscontrati quasi esclusivamente nella zona a sud del Naviglio Brenta, dove i sedimenti sono in

genere (come vedremo in seguito) più sabbiosi e più recenti.

Infine si rileva che non sempre questi litotipi appaiono continui: spesso infatti risultano troncati. Ciò potrebbe essere dovuto o a successive deposizioni di altri sistemi litologici ovvero (come già accennato) a lavorazioni e rimescolamenti migliorativi ai fini agronomici; in quest'ultimo caso, frequentissimo, i rapporti sequenziali tra i vari sistemi risultano disturbati e spesso non facilmente interpretabili.

6.4.1.2 Sabbie e sabbie limose in corrispondenza di ventagli di esondazione e di rotte fluviali (N° 7).

Si tratta di terreni a tessitura prevalentemente sabbiosa e sabbioso - limosa già dalla superficie con sabbie generalmente medie e medio fini.

Corrispondono alle classi U.S.D.A "sabbiosa" (SAB), per quella granulometrica, e "sabbioso" e "sabbioso-franca" (S-SF), per quella tessiturale.

Si distinguono in superficie dai litotipi sabbiosi dei paleoalvei prevalentemente per la mor-



6.4.1.1

fologia, in questo caso lobata; dai litotipi della classe successiva si distinguono invece per una maggior pulizia delle sabbie, che appaiono anche più sciolte. Non sono comunque facilmente distinguibili in campagna, e sono stati evidenziati soltanto i litotipi appartenenti ai ventagli di esondazione segnalati dagli agricoltori (rotta della Brenta Secca, a sud - est dell'abitato di Camponogara, in destra idrografica) o quelli documentati dalla cartografia storica (rotta della Brenta attuale, ad est dell'abitato di Campolon-

go, in destra idrografica).

Il sistema litologico è stato inoltre perimetrato lungo il Naviglio Brenta, nei pressi di Malcontenta, in destra idrografica, mentre una certa difficoltà di perimetrazione in campagna è stata riscontrata per la rotta di Oriago, sempre in destra idrografica, la quale è stata sommariamente indicata nella carta alla scala 1:20.000 ma non è stata riportata in quella alla scala 1:50.000.

Analogamente, la carta delle Unità Geomorfologiche evidenziava alcune rotte o ventagli di



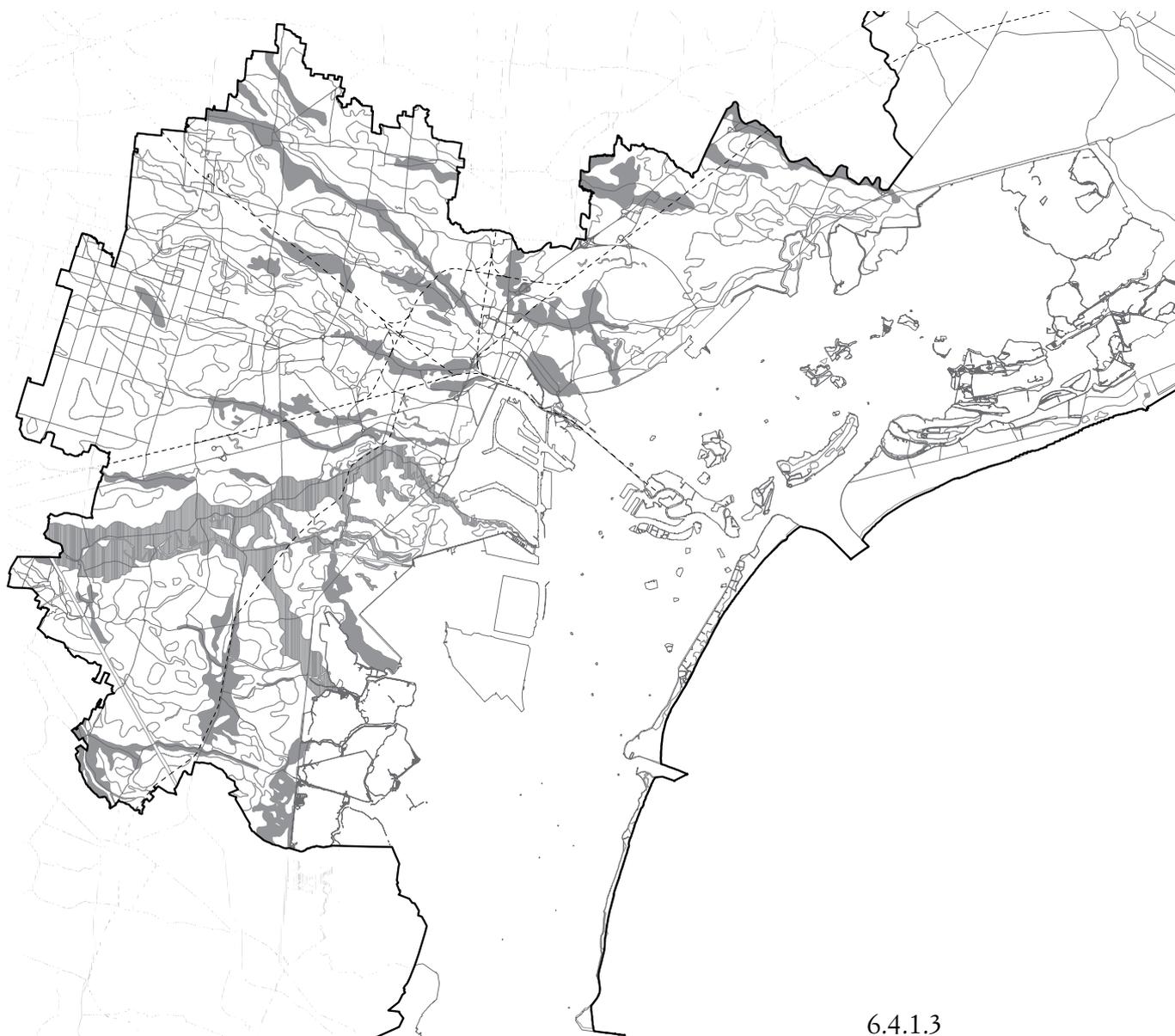
6.4.1.2

esondazioni (ancora lungo il Naviglio Brenta e nel dosso fluviale a sud di Lova), desunta da fotointerpretazione geomorfologica (parcellizzazione agraria, colore, microrilievo, ecc.), ma non è stato trovato un evidente riscontro tessiturale sul posto.

A nord del Naviglio Brenta, dato che i terreni sono più antichi, questo sistema litologico non è stato riscontrato, probabilmente ormai non più riconoscibile per i grossi rimescolamenti agrari con i litotipi simili.

6.4.1.3 *Sabbie limose e limi sabbiosi alluvionali di colore marron oliva, appartenenti alla fascia di esondazione dei corsi d'acqua (attuali ed estinti) e costituenti le arginature naturali, con risalto morfologico rispetto ai terreni circostanti (dossi fluviali) (N° 6).*

Rappresenta un sistema litologico molto importante non solo per le dimensioni e la diffusione in tutta l'area in studio, ma anche in quanto ha un significato geomorfologico notevole. Esso



6.4.1.3

infatti rappresenta le arginature naturali dei corsi d'acqua attuali o estinti di dimensioni maggiori (Brenta, Musone e Sile), i quali esondando dal loro letto hanno depositato nel loro intorno sedimenti di dimensione variabile in relazione all'energia della corrente d'acqua: più grossolani in prossimità dell'alveo e via via più fini nelle zone distali. Hanno così costruito dei dossi lunghi alcuni chilometri e larghi fino a circa due km (Naviglio Brenta nella zona di Stra e Vigonovo) e rilevati sul territorio circostante anche di qualche metro.

Essi hanno un notevole impatto morfologico influenzando sul rischio idraulico del territorio, molto fragile da questo punto di vista e, di conseguenza, sul suo tessuto urbano: risultano infatti essere le aree più urbanizzate e da molti secoli, per la loro posizione altimetrica, relativamente più sicura rispetto alle zone circostanti in ordine a problemi di allagamento. Inoltre costituiscono una discreta base portante per gli edifici e si trovano o si sono trovati a ridosso di corsi d'acqua, da sempre fonte di vita e via di comunicazione per le attività umane.

Questo sistema litologico è in prevalenza costituito da sabbie limose e limi sabbiosi di origine alluvionale, di colore generalmente "marron oliva" chiaro nella zona del Naviglio Brenta e più a sud, leggermente più ocracei nella zona più settentrionale. In superficie sono spesso rimescolati dalle lavorazioni e presentano termini più misti, mentre più in profondità aumenta la percentuale sabbiosa.

Corrispondono alle classi U.S.D.A da "franco grossolana" a "sabbiosa" (SAB), per quella granulometrica, e "sabbioso-franca", "franco-sabbiosa" e talora "franco-sabbiosa-argillosa" (SF, FS e FSA), per quella tessiturale.

In pratica presentano generalmente contenuti in sabbia oltre il 65 – 70% e contenuto in argilla e in limo inferiore al 30%.

Sono terreni generalmente ben segnalati dagli agricoltori per la facile lavorabilità: vengono definite "terre o terreni dolci" o "dolsane", "terreni leggeri", "terreni friabili".

Da un punto di vista agronomico necessitano di irrigazione in quanto sono drenanti. In genere ospitano una discreta falda freatica, talora anche

ricca.

Una visione globale della carta evidenzia i principali tracciati dei corsi d'acqua, in prevalenza legati alle variazioni del corso del Brenta.

Si può notare che nel Miranese la direzione prevalente è NW – SE, con tendenza a piegare secondo la direzione W – E o WNW – ESE nel settore del Veneziano.

Il dosso del Naviglio Brenta ha direzione WSW – ENE, e funge da separatore tra la zona del Miranese e la zona della Riviera del Brenta la cui situazione appare più complicata: su un generale assetto avente andamento WNW – ESE ed W - E si sovrappongono i dossi con direzione prevalente NW - SE e N – S che si dipartono dal Naviglio Brenta; essi sono di origine sia naturale (dosso delle Giare) che antropica (Brenta Secca - anche se in parte impostata su un vecchio percorso romano - e Brenta Nova).

Come si vedrà nel capitolo 7, a questa differenziazione dell'assetto morfologico corrisponde anche una differenza di età del sistema deposizionale di questi antichi corsi.

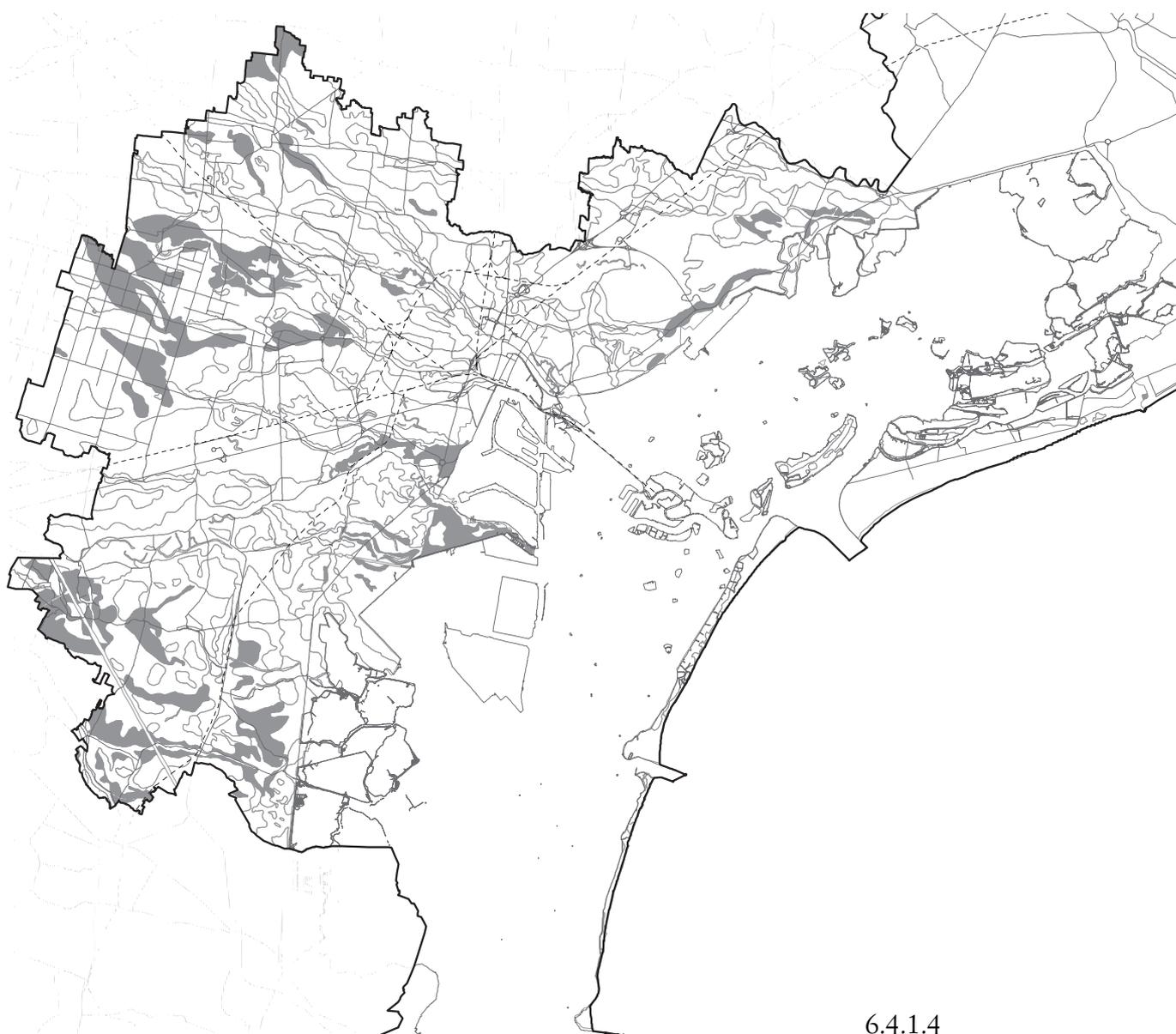
Il Musone ha lasciato modesti e discontinui dossi nei pressi della sua diversione artificiale per il Taglio di Mirano.

A causa delle sue caratteristiche, il Sile ha costruito solo dossi di modeste dimensioni e le sue alluvioni sono circoscritte ad una piccola area tra Quarto d'Altino e la Laguna.

6.4.1.4 *Limi sabbiosi e, in subordine, sabbie limose alluvionali di colore marron oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali (dei quali talora ne costituiscono i fianchi) ed i catini interfluviali (N° 4).*

Si tratta di terreni a tessitura prevalentemente sabbioso - limosa o limoso - sabbiosa, corrispondente alle classi U.S.D.A "franco grossolana" (FGR), per quella granulometrica, e "franco-sabbiosa" o "franca" (FS e F), per quella tessiturale.

In pratica presentano generalmente contenuti in sabbia fino al 65 – 70%, contenuto in argilla inferiore al 17% e contenuto in limo inferiore al 50%.



6.4.1.4

Sono generalmente ben segnalate dagli agricoltori come “terreni di medio impasto dolci”, “terreni dolci”, “terreni buoni” o “terreni di prima” sia per la facile lavorabilità che per le discrete condizioni di ritenzione idrica, per cui non necessitano di particolari irrigazioni.

Questo sistema litologico si trova distribuito in modo irregolare nelle zone di transizione tra i dossi fluviali sabbiosi e le zone limose e argillose.

Spesso costituisce i fianchi dei dossi stessi: dos-

so lungo la provinciale Liettoli – Piove di Sacco, dosso Liettoli – Lova, dosso di Galta, dossi a nord dell’Idrovia a SE di Mira, tratto terminale del dosso del Naviglio Brenta, dosso di Noale e dosso di Rio San Martino.

A volte presenta esso stesso l’andamento di un corso d’acqua, anche se ha perso totalmente o quasi il risalto morfologico rispetto alla piana circostante ed appare litologicamente rimescolato: tra Vigonovo e Campagna Lupia si evidenziano alcuni tracciati che, interrotti dai sedimenti sab-

biosi depositi successivamente dalla Brenta Secca, proseguono anche ad est di quest'ultima; nella zona della Caltana; intorno al Musone Vecchio fino ad oltre l'abitato di Salzano; tra Mirano e Spinea; ad est di S. Liberale (tenuta Zuccarello); lungo la Triestina, dietro l'aeroporto in corrispondenza di Ca' Noghera.

Il sistema litologico in esame si ritrova inoltre a costituire gli argini dei palaoalvei o dei paleocanali sui sedimenti lagunari bonificati ritrovati nella zona di Mira (a sud dell'Idrovia) e nella zona di Altino – Tenuta Veronese.

Alcune plaghe di modesta dimensione sono state trovate isolate, probabilmente lembi relitti di qualche tracciato fluviale oramai non più riconoscibile.

Il litotipo in esame in molti casi è in realtà ottenuto dal rimescolamento di terreni in prevalenza sabbiosi (anche di dosso fluviale, magari molto antico) con quelli più fini sottostanti o laterali a causa delle lavorazioni agricole. Esso sembra in ogni caso essere in qualche modo legato ai corsi d'acqua estinti.

6.4.1.5 *Limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose alluvionali di colore marron oliva, appartenenti alla zona di transizione tra i dossi fluviali ed i catini interfluviali (N° 1).*

Si tratta di terreni a tessitura molto variabile (limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose) con colori pure variabile ma rientranti sempre nel campo del marron oliva.

Dal punto di vista tessiturale corrisponde grossomodo alle classi U.S.D.A “franco fini” (FFI) e “limoso grossolana” (LGR), per quella granulometrica, e “franco-limosa”, “franco-sabbioso-argillosa” o “franca” (FL, FSA, F), per quella tessiturale. Raramente e solo localmente ha tessitura anche “franco-sabbiosa” (FS).

In pratica presentano generalmente contenuti in sabbia fino al 50% con contenuto in argilla inferiore al 30% e contenuto in limo superiore al 30%. Con contenuti in limo inferiori al 30%, il contenuto in sabbia può arrivare anche al 70%

(spesso si tratta di sabbia fine o molto fine) e contenuto in argilla sempre superiore al 20%

Il sistema litologico è identificato dagli agricoltori come “terreni di medio impasto argillosi”, “terreni di medio impasto forti o pesanti”, “terra lea” (nella zona di Vigonovo). Sono terreni lavorabili senza particolari difficoltà, hanno buone condizioni di ritenzione idrica. Il drenaggio è più lento rispetto ai sistemi litologici precedenti a causa delle condizioni morfologiche, della soggiacenza della falda e delle condizioni della bonifica. Il sistema dipende inoltre anche dalle percentuali di sabbia e argilla e dalla stratigrafia superficiale.

Il litotipo assume significati e caratteristiche lievemente diversi da zona a zona. Questo perché esso deriva dal rimescolamento di più strati in successione verticale (sono frequenti i casi di sabbia ricoperta di sedimenti fini limosi o argillosi, il tutto rimescolato in superficie) o in eteropia laterale (rimescolamento di sabbie con limi e argille laterali).

Questo sistema litologico appare molto diffuso in tutta l'area in studio con dimensioni areali anche notevoli; è ubicato nelle zone di transizione tra i dossi fluviali sabbiosi e le zone limose ed argillose assumendo principalmente il significato di termine di passaggio tra ambienti di deposizione alluvionale a diversa energia.

6.4.1.6 *Limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose in aree soggette ad impaludamento o a ristagno d'acqua nei tempi storici per cause antropiche e successivamente bonificate, di colore marron grigiastro più o meno scuro in relazione allo stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione in seguito a lavori di bonifica (N° 3).*

Questo sistema litologico dal punto di vista tessiturale non si differenzia molto dal precedente.

Si tratta di terreni a tessitura molto variabile (limi, limi sabbioso-argillosi, sabbie limoso-argillose, sabbie argillose e argille sabbiose) corrispondenti grossomodo alle classi U.S.D.A

“franco fini” (FFI) e “limoso grossolana” (LGR), per quella granulometrica, e “franco-limosa”, “franco-sabbioso-argillosa” o “franca ” (FL, FSA, F), per quella tessiturale. Raramente e solo localmente ha tessitura anche “franco-sabbiosa” (FS).

Come per il sistema litologico precedente, presenta generalmente contenuti in sabbia fino al 50% con contenuto in argilla inferiore al 30% e contenuto in limo superiore al 30%. Con contenuti in limo inferiori al 30%, il contenuto in

sabbia può arrivare anche al 70% (spesso si tratta di sabbia fine o molto fine) e contenuto in argilla sempre superiore al 20%.

Il sistema litologico è pure identificato dagli agricoltori come “terreni di medio impasto argillosi”, “terreni di medio impasto forti o pesanti”.

Sono lavorabili senza particolari difficoltà, hanno buone condizioni di ritenzione idrica ma drenaggio difficoltoso, possibile grazie alla bonifica idraulica.

In questo ultimo aspetto sta la sostanziale

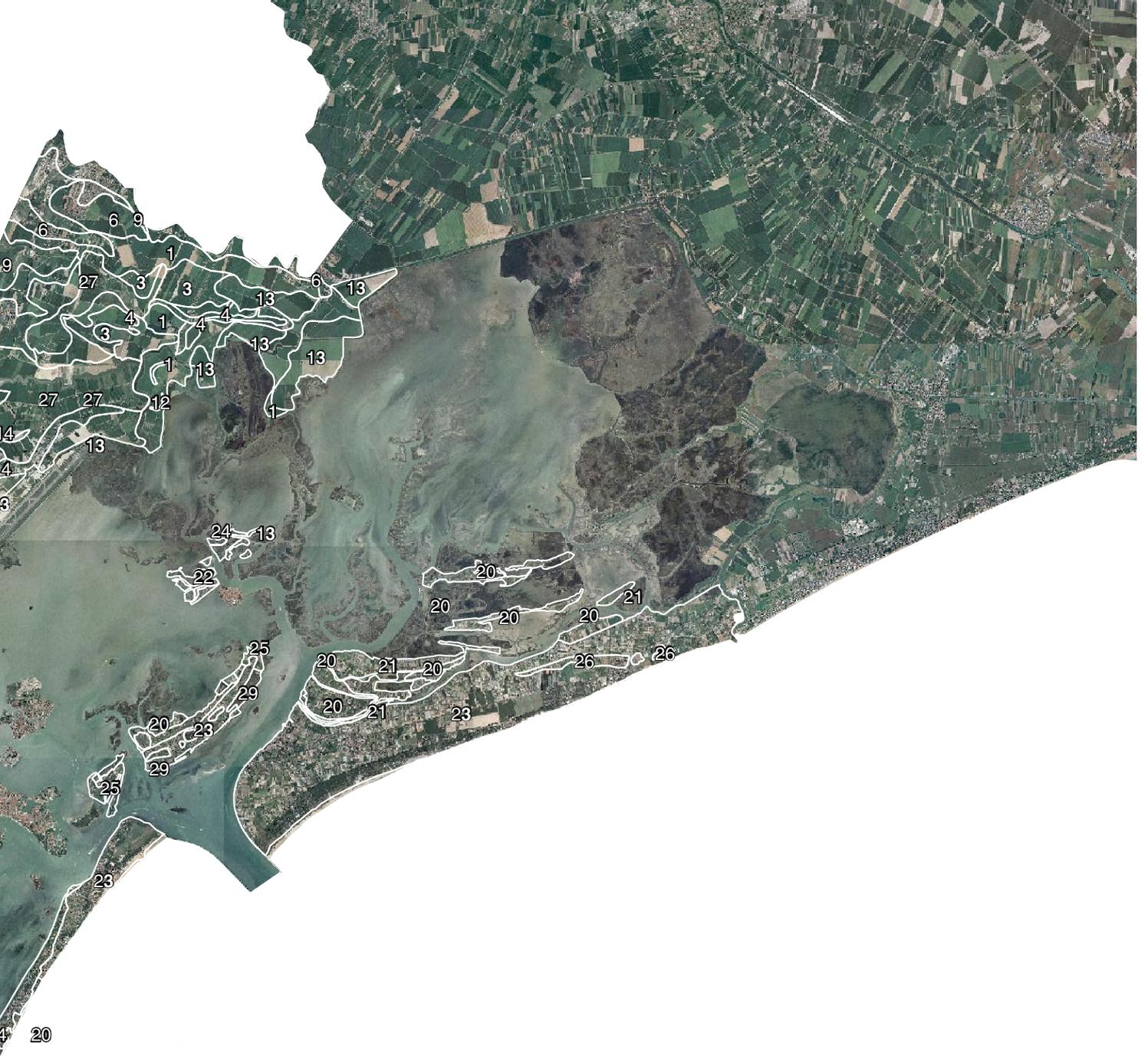


6.4.1.5



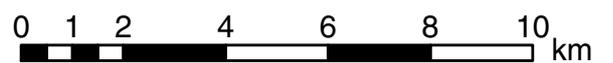
Immagine Terraitaly(TM)2003 © Compagnia Generale Ripresearee S.p.A. Parma

24
24
23



	<p>Terraitaly[™] product</p> <p>www.terraitaly.it</p>
<p>© Copyright 2002 Compagnia Generale Ripresaereee S.p.A.</p>	

Fig. 11 - Rappresentazione schematica dei sistemi litologici



differenza con il litotipo precedente. Alla vista i terreni in esame si presentano generalmente di colore più scuro: un esame dei colori attribuiti durante il rilevamento pedologico con le tavole Munsell all'orizzonte superficiale lavorato (A_p) fa definire questi terreni "marron grigiastro" con tonalità più o meno scure in relazione allo stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione. Ciò dipende in sostanza dal fatto che si tratta di zone sotto al livello mare bonificate meccanicamente, che presentano carattere idromorfo.

Le bonifiche sono avvenute in periodi recenti nella zona di Marcon e Quarto d'Altino (tra gli anni '20 e '30, come si può evincere dall'esame delle carte storiche), mentre più antiche sono le bonifiche nella zona di Camponogara – Campagna Lupia, sebbene qui fino a quasi un secolo fa alcune zone furono utilizzate come risaie. Quest'ultimo aspetto è ben visibile se si percorre la statale "Romea": all'altezza dell'abitato di Lugo è evidentissima una differenza di colore tra i terreni che furono risaie e quelli bonificati.



6.4.1.6

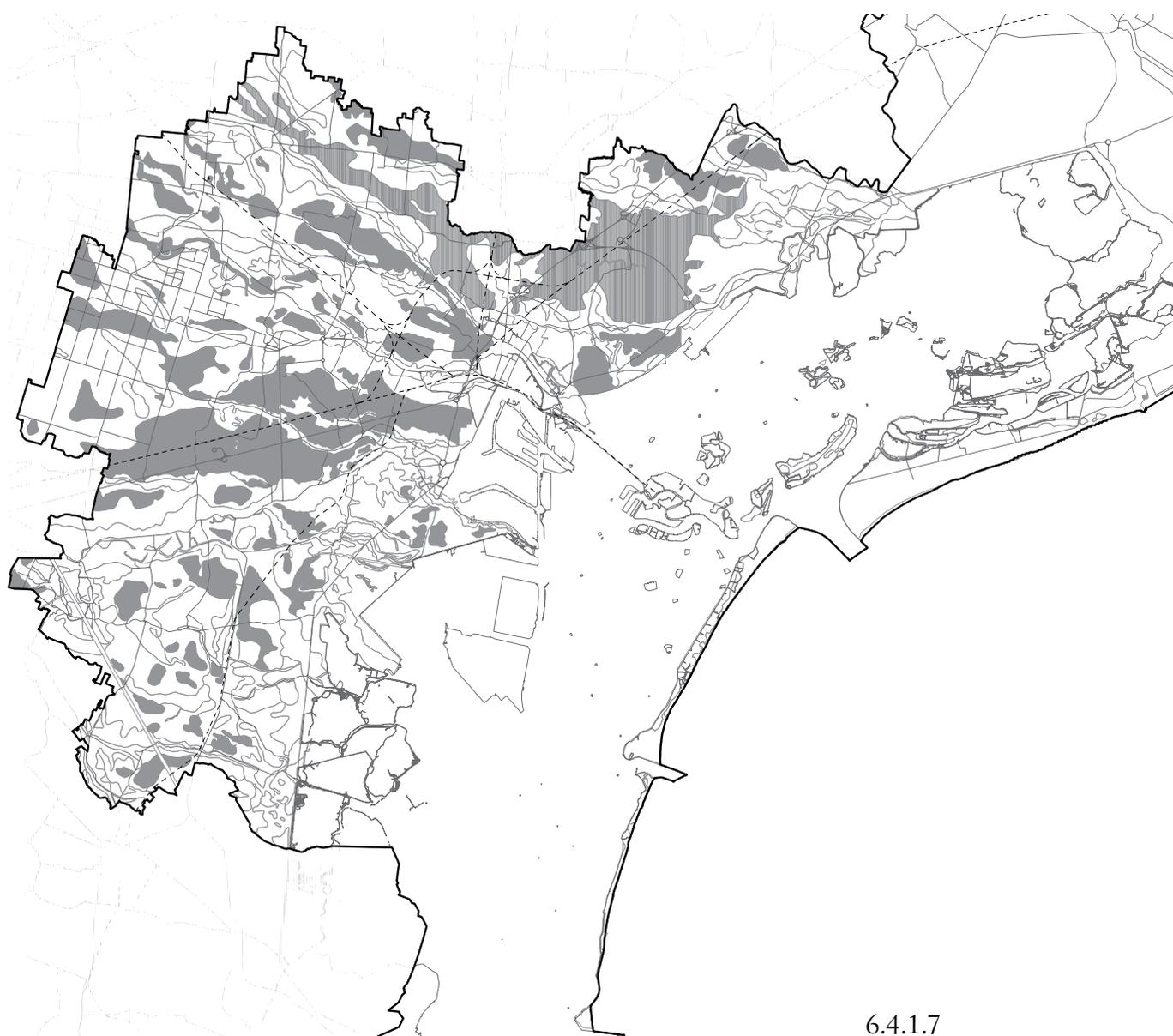
6.4.1.7 *Limi argillosi, argille limose, limi e argille di origine alluvionale di colore marron oliva, appartenenti alle aree depresse nei catini interfluviali (N° 9).*

Questo sistema litologico è il più diffuso nell'area in esame, prevalentemente nell'area a nord del Naviglio Brenta.

Il sistema litologico compare anche a sud del Naviglio Brenta, limitato però in aree di più modeste dimensioni intercluse tra i dossi fluviali,

dove lo scolo delle acque superficiali era pure difficoltoso e si verificavano ristagni e impaludamenti. Tali zone sono interpretabili come catini interfluviali; talvolta qui i terreni si presentano decarbonatati e potrebbero essere interpretati come lembi relitti del substrato pleistocenico presente a monte del Naviglio, su cui si sono spagliati sedimenti olocenici del Brenta (BONDESAN *et al.*, 2002).

Si tratta di limi argillosi, argille limose, limi e argille di origine alluvionale di colore marron oli-



va corrispondenti grossomodo alle classi U.S.D.A “argillosa” e “limoso - fine” (AFI, LFI), per quella granulometrica, e “franco-limosa”, “franco-limoso-argillosa” o “franco - argillosa”, “argilloso - limosa” e “argillosa” (FL - FLA - FA - AL - A), per quella tessiturale.

L'argilla supera il 30%, con un relativamente elevato contenuto in sabbia (fino al 40% circa – generalmente si tratta di sabbia fine o molto fine). Alternativamente il litotipo presenta contenuti in sabbia inferiori al 15 - 20% (sabbia fine o molto fine) e contenuto in limo superiore al 40 - 50%.

La tessitura prevalente è costituita quindi da argilla o limo che in campagna non si distinguono sempre con sufficiente oggettività: spesso nelle descrizioni dei sondaggi si legge <<limo argilloso>> o <<argilla limosa>>. Anche gli agricoltori tengono sostanzialmente accorpati i terreni costituiti da prevalenti limi o prevalenti argille, con le definizioni di “terreni pesanti”, “terreni forti o duri”, “terreni argillosi”, “terre fredde”: con questi termini viene indicata la difficile lavorabilità, il difficile drenaggio e la grande capacità di ritenzione idrica.

Zone con maggiori contenuti di argilla sono identificabili localmente, oltre che con le analisi di laboratorio, anche grazie alle indicazioni degli agricoltori ed alla visione diretta di fenomeni “vertici”: si tratta in pratica di fessurazioni nel suolo (con profondità anche dell'ordine del metro), che avvengono per ritiro dei minerali argillosi in condizioni di siccità.

Il sistema litologico in esame, che raggiunge la massima estensione nell'alto Veneziano, nelle zone di Marcon e Quarto d'Altino (CTR Quarto d'Altino e Mogliano) e nella fascia a ridosso dell'autostrada e della ferrovia Padova – Venezia, ha determinato la vocazione e la destinazione del territorio in esame che è stato a lungo sfruttato per l'estrazione di argille per laterizi mediante l'escavazione a fossa. Spesso le fosse di cava sono state successivamente utilizzate come discariche di materiali di varia natura, con l'ormai tristemente nota compromissione della qualità della falda freatica ed il generale degrado del territorio.

Più raramente nelle fosse di cava è stata la-

sciata una condizione di pseudo-naturalità che ha permesso un nuovo equilibrio ecologico con laghetti di cava, alcuni dei quali sono stati individuati per essere sottoposti a particolari regimi di tutela⁹.

6.4.1.8 *Limi argillosi, argille limose, limi e argille di deposito palustre, in aree soggiacenti al livello mare di recente bonifica, di colore marron grigiastro più o meno scuro in relazione allo stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione in seguito a lavori di bonifica (N° 27).*

Analogamente al precedente il sistema litologico in esame è rappresentato da limi argillosi, argille limose, limi e argille di origine alluvionale corrispondenti grossomodo alle classi U.S.D.A “argillosa” e “limoso - fine” (AFI, LFI), per quella granulometrica, e “franco-limosa”, “franco-limoso-argillosa” o “franco - argillosa”, “argilloso - limosa” e “argillosa” (FL - FLA - FA - AL - A), per quella tessiturale.

L'argilla supera il 30%, con un relativamente elevato contenuto in sabbia (fino al 40% circa – generalmente si tratta di sabbia fine o molto fine). Alternativamente il litotipo presenta contenuti in sabbia inferiori al 15 - 20% (sabbia fine o molto fine) e contenuto in limo superiore al 40 - 50%. L'argilla è comunque generalmente prevalente.

Come per il litotipo precedente sono localmente definiti “terreni pesanti”, “terreni forti o duri”, “terreni argillosi”, “terre fredde” per il fatto che si tratta di terreni lavorabili con fatica. Alla vista i terreni in esame si presentano però generalmente di colore più scuro: un esame dei colori attribuiti durante il rilevamento pedologico con le tavole Munsell all'orizzonte superficiale lavorato (A_p) fa definire questi terreni “marron grigiastro” con tonalità più o meno scure in relazione allo stato di ricchezza organica, umidità e

⁹ “Cave senili” in ambito PALAV, “Siti di importanza Comunitaria” (SIC) ai sensi del D.M. 3.4.2000. Per ulteriori dettagli si rimanda al capitolo relativo alle cave.

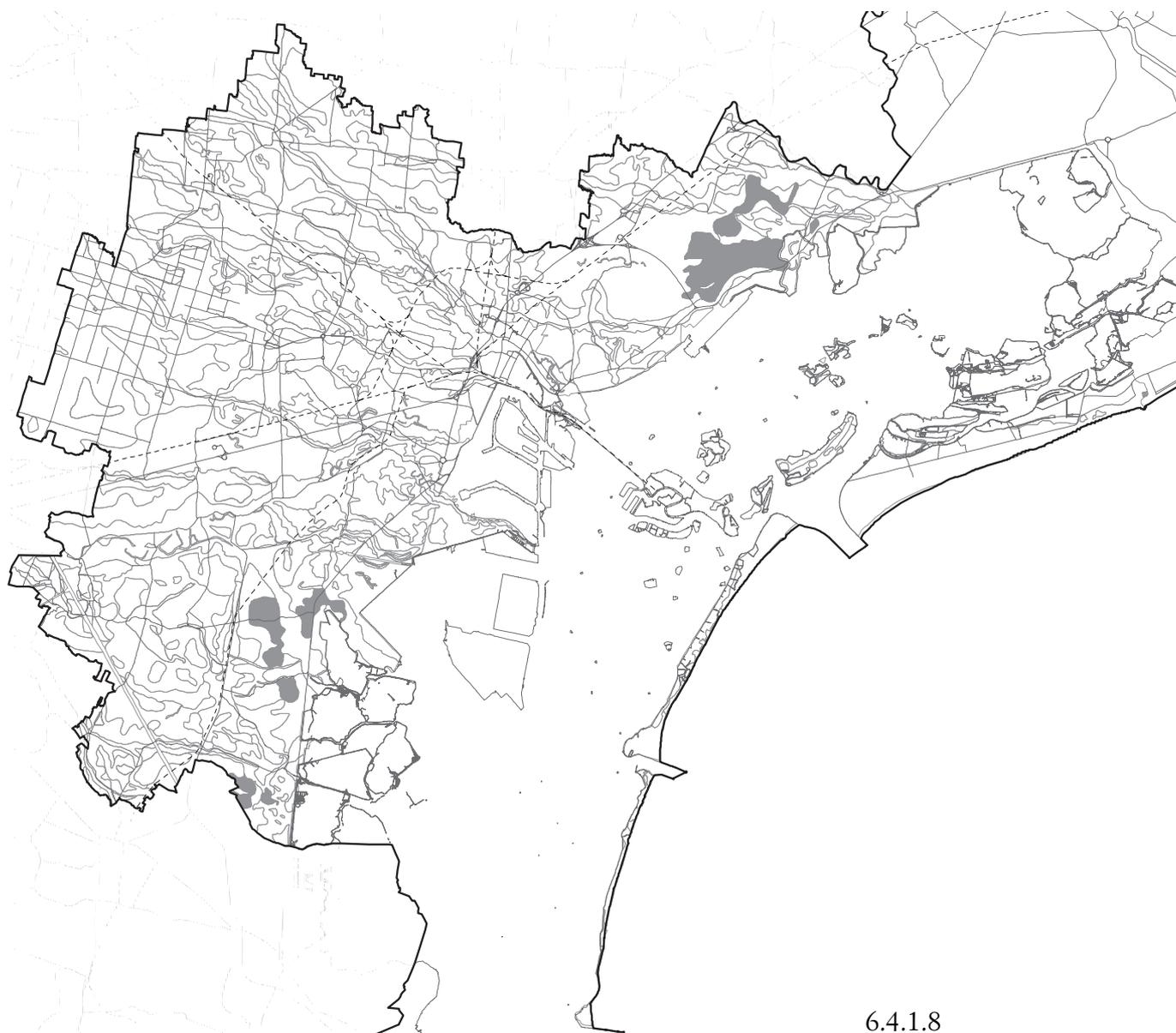
trasformazione. Ciò dipende in sostanza dal fatto che si tratta di zone sotto al livello mare bonificate meccanicamente, che presentano carattere idromorfo.

Anche per questo sistema litologico vale quanto già detto nel paragrafo 6.4.1.6 in relazione ai tempi in cui sono state effettuate le bonifiche nelle diverse aree soggiacenti il livello mare (Marcon, Quarto d'Altino, Camponogara e Campagna Lupia), e sul successivo riutilizzo a risaie di alcune di queste.

6.4.1.9 *Limi, limi argillosi e, più raramente, argille limose di colore marron oliva, rappresentanti le ultime fasi di sedimentazione tranquilla di corsi d'acqua estinti ("tappi argillosi" di paleoalvei) (N° 12).*

Questi terreni sono organizzati in fasce allungate, spesso meandriformi, che riconducono alle morfologie dei paleoalvei di bassa pianura.

Sono stati interpretati, infatti, come sistemi a tessitura limosa, limoso-argillosa e, più raramen-



6.4.1.8

te, argilloso-limosa depositi nelle ultime fasi di sedimentazione tranquilla di corsi d'acqua estinti ("tappi argillosi" di paleoalvei): gli alvei che vengono abbandonati sono in questi casi stati assoggettati a ristagno d'acqua e decantazione lenta di materiali fini.

La tessitura corrisponde alla classe granulometrica USDA limoso-fine (LFI) ed a quella tessiturale "franco-limosa", "franco-limoso-argillosa" o "franco - argillosa" e, più raramente, "argilloso - limosa" o "argillosa" (FL - FLA - FA - AL

- A). Le percentuali di limo, argilla e sabbia sono molto simili a quelle dei due sistemi litologici precedenti.

Generalmente il substrato è prevalentemente sabbioso e spesso, ai lati del paleoalveo, si possono riconoscere delle fasce più sabbiose, legate alla fascia di esondazione del corso d'acqua. Laddove queste non sono riconoscibili si tratta presumibilmente di corsi d'acqua minori, o di risorgiva, comunque con scarso apporto solido, con scarse o nulle esondazioni.



6.4.1.9

I principali paleoalvei interessati da questo sistema litologico sono:

- il tratto del Brenton (o Brenta Nova), all'altezza di Camponogara;
- il paleoalveo di Lughetto;
- i paleoalvei nei dintorni dell'Idrovia nella zona di Mira;
- alcuni paleoalvei minori tra Mira e Mestre;
- i paleomeandri a ridosso del Musone Vecchio;
- i paleomeandri minori nei dintorni di Noale;
- i paleoalvei nella zona di S. Giuliano;
- il paleoalveo corrispondente al vecchio tracciato del Dese, a SE di Mogliano;
- il paleoalveo del Sile passante per Altino e una sua (forse) diramazione verso sud, presso Ca' Deriva.

Data la limitata estensione ed il modesto spessore del tappo argilloso non presentano importanti risvolti agronomici, se non per i paleoalvei di dimensioni maggiori (Brenton e paleoalveo del Sile).

6.4.1.10 Terreni umiferi e torbosi (N° 14).

Questa tipologia è estremamente rara nell'area in studio.

Torbe vere e proprie non sono mai state riscontrate in superficie, sebbene il Comel riporti vaste aree torbose in corrispondenza delle paludi diffuse nei dintorni di Altino fino agli anni trenta; già nei suoi rilevamenti degli anni '60 lo stesso Comel rileva la quasi completa scomparsa di questi terreni per asporto, lavorazione o mineralizzazione.

Lenti torbose sono invece riscontrabili, anche a deboli profondità, in tutta la zona a nord del Naviglio Brenta e nell'area a sud di Lova.

Piccole zone con terreni umiferi sono state perimetrate nei pressi dell'insenatura che la Laguna fa in corrispondenza del dosso delle Giare e dietro l'aeroporto.

Terreni umiferi sono stati segnalati, seppur non perimetrati (in quanto non riscontrati direttamente), tra Quarto d'Altino e Altino (specialmente nell'intorno della "Vaccheria" di Altino) e in tenuta Marcello, presso Ca' Noghera. In que-

st'area gli agricoltori segnalano anche la presenza a debole profondità della "saorna", interpretabile presumibilmente come terreno imbibito di acqua salmastra, ad indicare una zona mista palustre-lagunare.

6.4.2 Depositi lagunari e paludi costiere

6.4.2.1 Argille e limi prevalenti di color bruno con presenza di resti conchigliari e tracce di canali di marea, in vario stato di ricchezza organica, umidità e trasformazione in seguito a lavori di bonifica (N° 13).

Questo sistema litologico è stato riscontrato nelle paludi costiere attualmente bonificate nella zona di Mira e nella fascia perilagunare tra l'aeroporto e Portegrandi.

Si tratta di argille e limi prevalenti corrispondenti grossomodo alle classi U.S.D.A "argillosa" e "limoso - fine" (AFI, LFI), per quella granulometrica, e "franco-limosa", "franco-limoso-argillosa" o "franco - argillosa", "argilloso - limosa" e "argillosa" (FL - FLA - FA - AL - A), per quella tessiturale.

L'argilla supera il 30%, con un relativamente elevato contenuto in sabbia (fino al 40% circa - generalmente si tratta di sabbia fine o molto fine). Alternativamente il litotipo presenta contenuti in sabbia inferiori al 15 - 20% (sabbia fine o molto fine) e contenuto in limo superiore al 40 - 50%. L'argilla è comunque generalmente prevalente.

I terreni si trovano in vario stato di umidità e trasformazione in seguito a lavori di bonifica. Il colore, generalmente bruno, è indice dello stato di ricchezza organica. Il sistema litologico in esame è stato identificato come di origine lagunare per vari motivi. Vi sono indicazioni cartografiche, quali l'esame di cartografie storiche, e il *pattern* che emerge dalla fotointerpretazione¹⁰ (sono presenti tracce di canali di marea).

¹⁰ Ciò emerge sia dalla "Carta delle Unità Geomorfologiche" realizzata mediante fotointerpretazione dalla Dott.ssa Leda Minuzzo, sia dai confronti con il gruppo di lavoro della "Carta geomorfologica informatizzata del territorio provinciale di Venezia":

Sono inoltre presenti resti conchigliari, come verificato direttamente e come segnalato anche dai rilevamenti del Comel.

Sarebbe interessante venissero fatte specifiche analisi in ordine al grado di salinità dei terreni e un esame della micro e macrofauna in modo da avallare le interpretazioni fatte in questa sede.

6.4.2.2 *Limi e limi argillosi prevalenti con frequenti intercalazioni limoso-sabbiose e*

sabbioso-limose nelle isole lagunari attuali ed in zone di transizione all'ambiente litorale (N° 21).

Questo litotipo è stato rilevato al Lido e nella penisola del Cavallino, sul fronte lagunare. Esso rappresenta l'interfaccia tra due ambienti di deposizione che si sono alternati e interdigitati: quello lagunare e quello litorale. Sono stati inseriti tra i depositi lagunari in quanto attualmente inseriti nell'ambito lagunare a pieno titolo.



6.4.1.10

Si tratta di limi e limi argillosi prevalenti con frequenti intercalazioni limoso-sabbiose e sabbioso-limose cui corrisponde un suolo con classe granulometrica USDA generalmente “franco fine” (FFI) e classi tessiturali “franco”, “franco-limoso” e “franco sabbioso limoso” (F, FL e FSA); localmente “franco – sabbiosa” (FS).

Il colore superficiale, così come la tessitura, è condizionata dalle lavorazioni: spesso qui i rimiscolamenti agrari sono stati molto spinti con asporto delle sabbie litorali dalle zone più alte per

bonificare i sedimenti di laguna, più bassi.

6.4.2.3 Argille limose e argille prevalenti nelle isole lagunari attuali ed in zone di transizione all'ambiente litorale (N° 22).

Questo tipo litologico è stato rilevato nelle isole emerse tra Torcello e Mazzorbetto.

Si tratta di argille e limi prevalenti corrispondenti grossomodo alle classi U.S.D.A “argillosa”



6.4.2.1

(AFI), per quella granulometrica, e “franco-limoso”, “franco-limoso-argillosa” o “franco - argillosa”, “argilloso – limosa” e “argillosa” (FL - FLA - FA - AL - A), per quella tessiturale.

L'argilla supera generalmente il 30 - 35% ed è presente un contenuto in sabbia variabile (fino al 40% circa – generalmente si tratta di sabbia fine o molto fine).

In genere i terreni si presentano saturi a debole profondità, condizionata dalla marea, per la connessione con l'acqua della laguna.

6.4.2.4 Aree palustri (N° 29).

Nell'isola di S. Erasmo è stata identificata una serie di zone corrispondenti ad ex valli da pesca, attualmente in disuso ed in cui prevale una sedimentazione di tipo palustre.

Si tratta di sedimenti in prevalenza sabbiosi, appartenenti al substrato litorale, arricchiti di sostanza organica e con accentuati fenomeni riducenti evidenziati dal tipico odore di “uova marce”, che rileva la presenza di solfuri.



6.4.3 Depositi litorali

6.4.3.1 Sabbie litorali sciolte da medio fini a fini (N° 23).

Questo sistema litologico è costituito da sabbia medio fine e fine, per diversi metri di profondità. Corrisponde alla classe granulometrica USDA "sabbiosa" (SAB) e a quella tessiturale "sabbia" (S).

I sedimenti sono depositi sui litorali di Ca'

Roman, Pellestrina, Lido, Cavallino, S. Erasmo e Vignole.

Il colore è generalmente chiaro e varia, così come il contenuto mineralogico, in relazione ai sedimenti di origine: si tratta infatti di sabbie portate a mare dai corsi d'acqua e rielaborate e rideposte dall'azione del mare (correnti marine e moto ondoso).

Secondo quanto esposto nel paragrafo 5.2, le sabbie dei litorali veneziani deriverebbero dal Piave (quelle del Cavallino - almeno fino alla boc-



6.4.2.3

ca di porto del Lido – e, presumibilmente, anche quelle di S. Erasmo e Vignole), dal Brenta (Lido e Pellestrina) e in misura minore dall'Adige e dal Po (litorale di Sottomarina e Chioggia).

Le isole di S. Erasmo e Vignole rappresentavano il litorale prima dell'avanzamento della penisola del Cavallino, avvenuta a causa della deposizione dei sedimenti del Piave fermati dalla diga della bocca di porto di Lido.

Nell'isola di S. Erasmo il sistema litologico in esame, a seconda che si trovi nella fascia più

esterna del litorale o più interna, si presenta con caratteristiche un po' diverse; nel settore interno, più antico, è stato rilevato un arricchimento del suolo in sostanza organica dovuto alla maggiore e più lunga esposizione alle pratiche agricole.

I cordoni litorali sono modellati da cordoni dunali allungati lungo la direzione della linea di costa, anche se la maggior parte di questi cordoni sono stati spianati e sono riconoscibili solo dall'analisi micromorfologica.



6.4.2.4

6.4.3.2 *Sabbie limose e limi sabbiosi, talora con alternanze di argille organiche molli e torbe, e sabbie limoso-argillose di fondo lagunare a debole profondità (transizione, per lo più sature, tra fascia litorale e laguna). Spesso sono rimescolate con il substrato ed arricchite in sostanza organica a causa delle lavorazioni orticole (N° 20).*

Questo sistema litologico ha le medesime origini del precedente, sebbene sia più tipico di una

transizione tra fascia litorale e laguna, nella quale sono possibili interdigitazioni tra i due ambienti sedimentari. Ciò determina una variabilità verticale e laterale che ha notevoli implicazioni sulle caratteristiche geomeccaniche di tali aree.

Dal punto di vista tessiturale il litotipo corrisponde alla classe granulometrica USDA da “sabbiosa” e “franco grossolana” (SAB, FGR) ed a quella tessiturale “sabbiosa” e “sabbioso-franca” (S, SF), localmente “franco-sabbiosa” (FS).



6.4.3.1

Questo sistema litologico è stato rilevato nella parte di litorale più antico:

- al Lido;
- nel centro abitato di S. Erasmo;
- nella porzione settentrionale di Vignole vecchia;
- al Cavallino (presso l'abitato di Treporti, a Lio Piccolo, alla Mesola e vicino a Valle Mustestre);
- a Mazzorbo.

Il deposito, in prevalenza sabbioso, differisce

dal precedente, oltre che per la maggiore variabilità stratigrafica dell'immediato sottosuolo, anche per le lavorazioni agricole, che con spianamenti ed apporto di sostanza organica, avvenuto per lungo tempo (sono le aree litorali che risultano già interessate dalle lavorazioni agricole nelle carte storiche), hanno modificato il colore (più scuro), la consistenza (più soffice) e la capacità di ritenzione idrica dei terreni agrari.

Si rileva, inoltre, che in una zona centrale dell'isola di S. Erasmo sono state trovate delle sabbie



6.4.3.2

inconsistenti, molto leggere, di colore scuro, probabilmente “destrutturate” a causa di un elevato contenuto salino delle acque di saturazione.

6.4.4 Depositi di origine antropica

6.4.4.1 *Aree bonificate mediante riporto di materiali a composizione e spessore variabile (N° 24).*

In carta sono state riportate le zone insulari

bonificate mediante riporto di materiali a composizione e spessore variabile.

Nelle isole di Pellestrina, Lido, Mazzorbo e Torcello sono state rilevate porzioni ricoperte da uno spessore variabile di materiale di riporto (tra 0,5 e 4 m circa) di natura varia (sabbia con cocci, fanghi dello scavo di canali, ecc.).

6.4.4.2 *Terreni di riporto prevalentemente sabbiosi, con resti conchigliari, provenienti dallo scavo dei fondali lagunari (N° 26).*



Questo litotipo è stato rinvenuto in una zona del Cavallino, a copertura di un vecchio canale. Altre zone sono state segnalate nell'area di Punta Sabbioni, dove gli agricoltori identificano questi terreni con il termine locale di "sabbie capparine". Queste non sono perimetrabili in quanto diffuse qua e là a macchia di leopardo a livellare la topografia nelle interdune, ed aventi il substrato sabbioso non ben differenziabile dal riporto.

Il litotipo si differenzia dal precedente per la

tessitura prevalentemente sabbiosa (classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: SAB, FGR e classe tessiturale U.S.D.A prevalente: S – SF – localmente F).

6.4.4.3 *Terreni di riporto prevalentemente limoso-argillosi, con resti conchigliari, provenienti dallo scavo dei fondali lagunari (N° 25).*

Questo litotipo è stato rinvenuto nelle isole di



6.4.4.2

S. Erasmo e Vignole.

Si tratta di terreni di riporto prevalentemente limoso-argillosi, con resti conchigliari, provenienti dallo scavo dei fondali lagunari.

Pur avendo incluse notevoli quantità di cocci ed altro materiale di incerta origine (soprattutto nell'isola di Vignole), si differenzia dai due precedenti per la tessitura (classe granulometrica U.S.D.A. prevalente: AFI; classe tessiturale U.S.D.A. prevalente: FL - FLA - FA - AL - A).

Questi terreni hanno un riscontro agronomico

notevole, in quanto su di essi si trovano spesso impostate le "carciofaie"¹¹.

6.4.4.4 Casse di colmata

Sulla carta dei "Sistemi litologici" vengono ri-

¹¹ Tipico e pregiato prodotto dell'isola di S. Erasmo sono le "castraure", cioè carciofi di piccole dimensioni.



6.4.4.3

portate le casse di colmata la cui natura litologica non è però stata rilevata e, quindi, non possono essere descritte nel dettaglio.

6.4.4.5 *Aree intensamente urbanizzate.*

Sono state infine indicate le aree non rilevate per intensa urbanizzazione da una elaborazione del tematismo “mosaico dei PRG” estratto dal

PTP; esse corrispondono all'area di Mestre, all'aeroporto, alle isole di Venezia, Murano e Burano.

Si fa notare che l'area lagunare è stata rilevata solo parzialmente, nelle isole maggiori, laddove l'urbanizzazione ha lasciato qualche area agricola.

Sarebbe interessante organizzare con mezzi idonei una campagna di rilevamento specifico per tutta l'area lagunare.

7. DISTRIBUZIONE DEL CARBONATO DI CALCIO

7.1 GENERALITÀ

Il primo autore che ha affrontato l'argomento è stato Alvisè Comel, che nei suoi studi sui terreni agrari della zona, pubblicati negli anni '60 relativamente alle Tavole "Mirano", "Scorzè", "Mogliano" e "Quarto d'Altino", ha fornito una prima interpretazione della distribuzione dei carbonati sulla base di numerose analisi dei terreni agrari e del rilevamento di campagna.

Egli individuò la prima causa della diversa distribuzione dei carbonati nel grado di pedogenesi dei suoli, dovuto alla diversa età dei sedimenti.

Nei suoi lavori egli propose anche un limite tra alluvioni antiche e recenti del Brenta, ricadente nella tavoletta I.G.M. 1:25.000 "Mirano". Gli scostamenti dall'andamento generale sono stati attribuiti dall'autore ai lavori di aratura ed ai rimaneggiamenti recenti dei corsi d'acqua di risorgiva.

Successivamente altri autori (da ultimo BONDASAN *et al.*, 2002) hanno individuato nei terreni decarbonatati dell'area in studio le alluvioni pleistoceniche del Brenta (unità di Bassano), peraltro in continuità con il caranto lagunare.

Il presupposto di partenza è il seguente: poiché la porzione di pianura indagata è stata costruita principalmente ad opera delle alluvioni del Brenta, si suppone che la concentrazione dei carbonati di calcio originale dei sedimenti da esso depositi sia il medesimo per tutta l'area. Un diverso tenore di carbonati da zona a zona assume quindi un significato pedogenetico, fornendo indicazioni indirette sull'età relativa dei sedimenti.

Questo sistema comparativo non va più bene se i confronti vengono fatti con i depositi del Piave (molto più carbonatico), dell'Adige e di altri corsi d'acqua di origine alpina: il tenore in carbonati originale può essere molto diverso e, quindi, a parità di carbonati i sedimenti possono avere età molto diverse.

I corsi d'acqua di risorgiva sembrano invece aver operato soltanto una rielaborazione dei sedimenti già depositi in precedenza (dal Brenta, in quest'area); probabilmente per questo non si nota una differenza di rilievo sotto questo aspetto, anche se il tema andrebbe approfondito con ulteriori analisi specifiche.

7.2 METODOLOGIA

In questa sede è stato svolto un approfondimento del citato studio, confermando nella sostanza le deduzioni fatte una quarantina d'anni or sono dal Comel.

La distribuzione areale dei carbonati è stata studiata basandosi sui dati analitici di 170 profili del suolo e sulla reazione all'acido cloridrico diluito al 10% verificata sugli orizzonti degli stessi profili del suolo e di 1.915 trivellate manuali realizzate nell'ambito dello studio pedologico.

I dati, inseriti in un database in *access* e georeferenziati, sono stati trattati con un GIS per ottenere un'elaborazione puntuale dei punti d'indagine e un'interpolazione areale della distribuzione dei carbonati. Entrambe le elaborazioni sono visibili nelle due tavole negli Allegati 3 e 4.

I criteri utilizzati sono in sintesi i seguenti:

1. evidenziazione dei punti d'indagine (profili e trivellate pedologiche) in cui è presente una decarbonatazione in tutto il profilo (effervescenza minore o uguale a 2, corrispondente circa a CaCO_3 inferiore al 2%);
2. evidenziazione dei punti d'indagine aventi almeno un orizzonte diagnostico identificato dal simbolo K, con presenza cioè di concrezioni carbonatiche;
3. evidenziazione di punti di indagine "normalmente" carbonatati, intendendo con ciò che non si riscontra una decarbonatazione spinta né l'accumulo di carbonati in profondità.

Si ritiene che per le prime due classi (punti 1 e 2) i sedimenti siano di antica deposizione in quanto la pedogenesi ha avuto il tempo di lisciviare i carbonati dalla superficie per accumularli in concrezioni ad una certa profondità: con questa interpretazione si suppone quindi che la prima classe possa essere più antica o con un miglior drenaggio della seconda.

La classe di cui al punto 3 dovrebbe invece corrispondere ai terreni di più recente deposizione o per i quali particolari condizioni morfologiche (zone di bassura con falda prossima alla superficie o talora saturi) non hanno consentito il fenomeno pedogenetico della lisciviazione dei carbonati.

Questa prima elaborazione puntuale è rappresentata nella carta della *“Ubicazione profili e trivellate pedologiche distinti in base alla decarbonatazione”* (Allegato 3).

In seguito si è proceduto ad una interpolazione dei punti mediante il programma “IDRISI” utilizzando il metodo di krigging (algoritmo), accorpando le prime due classi e tenendo separata la terza.

È stata così ottenuta una suddivisione areale del territorio, (visibile nella carta della *“Distribuzione areale del carbonato di calcio nei suoli”* – Allegato 4), in due classi corrispondenti rispettivamente a:

- sedimenti antichi: <<suoli decarbonatati in superficie con accumulo di concrezioni carbonatiche in profondità>>, dove la pedogenesi ha avuto il tempo sufficiente per la mobilitazione dei carbonati;
- sedimenti recenti: <<suoli non decarbonatati>> con tenori in CaCO_3 vicini a quelli originali di deposizione del Brenta.

7.3 DESCRIZIONE DELLE CARTE E CONSIDERAZIONI

L’elaborazione degli Allegati 3 e 4 evidenzia, in maniera chiara, un diverso grado di pedogenesi tra le varie parti del territorio in studio, rilevabile dal diverso contenuto in calcare dei terreni in un’area in cui era originariamente comparabile.

In particolare:

- la maggior parte dei terreni appartenenti alla

fascia di esondazione del Sile e al suo delta, nonché i tratti terminali dello Zero e del Dese, non appaiono decarbonatati e, quindi, sono di origine relativamente recente;

- i terreni dei litorali appaiono pure non decarbonatati e, quindi, di recente costituzione, come testimoniano pure le fonti storiche;
- l’area a monte del Naviglio Brenta, fino al confine orientale del comune di Marcon, in corrispondenza della confluenza Dese – Zero, presenta terreni decarbonatati in superficie; la decarbonatazione e l’accumulo di carbonati negli orizzonti sottostanti è via via più profonda a mano a mano che si procede verso NW. Questi terreni si inquadrano nella grande costruzione alluvionale antica del Brenta (unità del conoide di Bassano), con un paesaggio maturo con piano orientato da Ovest ad Est, attraversato da venature di corsi d’acqua di risorgiva;
- l’area a valle del Naviglio Brenta e il Naviglio Brenta stesso presentano invece per la maggior parte buoni tenori in calcare evidenziando una più recente costituzione dei terreni (unità della pianura del Brenta); tali terreni, in generale più sabbiosi dei precedenti (si veda l’Allegato 1), si potrebbero definire di “recente alluvione”, ad opera del Brenta. Ciò trova riscontro anche nell’evoluzione storicamente documentata di questo corso d’acqua (paragrafo 5.2.1.1).

Le zone che si discostano da questa interpretazione generale o presentano condizioni morfologiche particolari (alti e bassi morfologici, diverso grado di saturazione, rimaneggiamento da corsi d’acqua successivi) per cui la pedogenesi è più o meno accentuata di quella delle aree limitrofe, oppure hanno subito rimescolamenti di origine antropica.

In particolare a sud del Naviglio Brenta sono individuabili alcune aree con suoli decarbonatati interpretabili come lembi relitti di pianura più antica non interessata dalle successive alluvioni del corso più recente del Brenta.

Anomalie, rispetto allo schema generale si possono imputare infine a necessari affinamenti dei criteri utilizzati per la redazione della carta.

Nella *“Interpretazione geoagronomica del con-*

tenuto in calcare dei terreni situati in tavoletta I.G.M. <<Mirano>>” (1968), A. Comel fa passare il limite tra le “alluvioni antiche” (terreni di colore giallognolo decalcificati) e le “alluvioni recenti” del Brenta (terreni di colore grigio chiaro o giallognolo con contenuto di carbonati compreso tra 30 e 39%) lungo <<...un allineamento che si può far coincidere col corso del Rio Serraglio fino al Canale di Mirano e, sull'altra sponda, lungo un tratto del canale “il Correggio”; successivamente, dopo una deviazione a settentrione, prosegue per lo scolo Zoenigo e lo Scolo Brentella¹²...>>. Secondo Comel si può inoltre <<...riconoscere anche

una più esile fascia di transizione caratterizzata da terreni con contenuti di carbonati oscillante tra 10 e 20%...>>.

Mentre il primo limite descritto dal Comel coincide piuttosto bene con quello derivante dall'interpolazione eseguita in questa sede su un maggior numero di punti (sebbene, proprio per questo, il limite appare in questo caso più articolato), la zona di transizione non risulta così evidente. Si vede invece una zona piuttosto ampia, compresa tra Pianiga, Mirano e il canale Menegon, in cui terreni decalcificati e non decalcificati si alternano in modo molto irregolare e correlabile con fatica.

¹² Questo scolo sembra coincidere con la porzione terminale dello Scolo Lusore.

8. CLASSE GRANULOMETRICA PREVALENTE NEI PRIMI 4 m DI PROFONDITÀ

8.1 GENERALITÀ

Sulla base dei numerosi dati stratigrafici presenti nella banca dati informatizzata delle prove geognostiche della Provincia di Venezia (la cui ubicazione è visibile nell'Allegato 5) è stata realizzata la “*Carta della classe granulometrica prevalente nei primi 4 m di profondità*” (Allegato 6). Essa è stata elaborata in automatico a partire dalla trattazione di numerosi dati stratigrafici di archivio informatizzati, con lo scopo di fornire un supporto ad alcune carte successive.

In particolare essa è stata propedeutica alle seguenti carte:

- “*Attitudine all'attività estrattiva*” e, quindi, indirettamente alla carta della
- “*Attitudine al reperimento di argilla per laterizi*”
- “*Zonazione geotecnica preliminare*” e, quindi, indirettamente alla carta delle
- “*Penalità ai fini edificatori*”.

È da notare che essa si discosta dalla carta dei “*Sistemi litologici*”: quest'ultima infatti fotografa la situazione dei sedimenti superficiali (1 - 2 m); data la natura alluvionale prevalente dell'area, caratterizzata dalla sovrapposizione di episodi sedimentari litologicamente variabili, l'immediato sottosuolo (fino a 4 m nel caso in esame) può essere anche notevolmente diverso.

8.2 METODOLOGIA

Sono stati utilizzati i dati relativi a circa un migliaio di sondaggi, georeferenziati e inseriti nel “database” provinciale, così come aggiornato nel 2001. Si tratta di dati eterogenei reperiti da vari studi, ma una gran parte di essi sono stati eseguiti dalla Provincia mediante la propria trivella meccanica per gli studi di competenza nel territorio provinciale.

Per ogni sondaggio è stato escluso lo strato agrario, stimato mediamente in 50 cm; è stata poi identificata la classe litologica prevalente fino a 4 m.

È stata considerata la profondità standard di 4 m per i seguenti motivi:

- la stratigrafia a questa profondità è presente per tutti i sondaggi;
- sono possibili confronti e rapporti con la soggiacenza della prima falda, il cui tetto è in gran parte posto a profondità inferiori nel territorio in esame;
- la profondità è sufficiente all'analisi delle attitudini e zonizzazioni per le attività antropiche (attività di cava ed edificazione) cui la carta è servita di supporto: l'attività di cava non deve interferire con la falda che è quasi sempre presente a profondità minori di 4 m nell'area in studio; per quanto riguarda l'edificazione, entro questo campo di profondità viene trasmessa la maggior parte del sovraccarico degli edifici di medie dimensioni.

Ad ogni sondaggio è stata attribuita una delle seguenti classi litologiche, corrispondente quindi alla litologia prevalente (maggiore del 50% in spessore) fino alla profondità stabilita:

- ARGILLE e LIMI prevalenti (spesso accomunati dal rilevatore nell'interpretazione stratigrafica) comprendenti argille, argille limose, argille sabbiose, limi, limi argillosi, limi argilloso-sabbiosi, argille limoso-sabbiose;
- LIMI SABBIOSI prevalenti comprendenti limi sabbiosi;
- SABBIE prevalenti comprendenti sabbie e sabbie limose.

Con ciò si è inteso sostanzialmente differenziare (con notevole semplificazione) i materiali coesivi da quelli incoerenti, aventi comportamenti idraulici e geotecnici molto diversi, al fine di

derivare successivamente cartografie tematiche ad uso previsionale e programmatico. Infatti tale classificazione è stata utilizzata per la carta della “Attitudine geologica all’attività estrattiva” (Allegato 8) e per la carta della “Zonazione geologico-tecnica del sottosuolo” (Allegato 10).

Per i punti d’indagine che con il suddetto criterio non risultavano interpretabili (ad esempio: presenza di 40 cm cumulativi di sabbia, 25 di limo e 35 di argilla), il punto andava attribuito alla classe comunque prevalente (per il caso in esempio: sabbia).

È stata poi eseguita un’interpolazione dei punti di sondaggio appartenenti alle diverse classi mediante il programma “IDRISI” utilizzando l’algoritmo di *kriging*.

Nel caso dei sondaggi con torbe prevalenti, trattandosi per lo più di punti isolati, l’interpolazione non è stata considerata significativa.

8.3 DESCRIZIONE DELLA CARTA

L’esame della carta evidenzia alcune caratteristiche come di seguito riassumibili:

- la fascia litorale ha caratteri sabbiosi anche in profondità;
- rispetto alla carta dei “Sistemi litologici” che descrive i litotipi in superficie, la terraferma appare in generale più argillosa nei primi 4 m di profondità: ciò significa che le alluvioni recenti sabbiose prevalenti a sud del Naviglio Brenta hanno spessori modesti e si trovano in superficie; questo fatto, associato alla decarbonatazione delle zone più argillose superficialmente, induce a confermare l’interpretazione (BONDESAN *et al.*, 2002) secondo la quale a sud della Riviera del Brenta (compreso il Naviglio Brenta) vi sarebbe stato il delta olocenico del corso

d’acqua in parola che ha deposto in tempi diversi, secondo percorsi diversi, sedimenti sabbiosi olocenici su un substrato “argilloso” più antico, presumibilmente pleistocenico, di cui si trovano zone residuali in superficie;

- i limi sabbiosi sono molto limitati e sono sempre racchiusi in aree prevalentemente sabbiose, a dimostrazione che questo tipo di sedimento è da mettere in relazione con le fasi più grossolane delle deposizioni alluvionali in queste zone di bassa pianura, in corrispondenza quindi delle fasce di esondazione che spesso rimangono le uniche testimonianze di antichi percorsi fluviali; i limi sabbiosi sono stati successivamente accorpati in fase di elaborazione delle citate cartografie derivate;
- viene evidenziata un’ampia fascia prevalentemente sabbiosa che passa a sud di Noale, segue il Rio Roviego fino a Salzano, poi sembra congiungersi con un’analoga fascia sabbiosa più discontinua proveniente da Scorzè e Martellago per arrivare, sempre con carattere discontinuo, a Mestre e Campalto;
- analogamente si individua una fascia discontinua di sabbia che da Colmello arriva a Zucarello, in corrispondenza del dosso fluviale che costituisce l’ossatura morfologica del comune di Marcon;
- più a sud, non viene evidenziata la fascia sabbiosa del Naviglio Brenta, che quindi potrebbe essere solo superficiale, mentre si individua una fascia che da Vigonovo prosegue per Fossò, Camponogara fino alla località Giare; quest’ultima fascia sembra avere una diramazione da Vigonovo verso Campolongo Maggiore e una da Mira verso Campagna Lupia.

Queste ampie zone sabbiose potrebbero essere interpretate come antichi percorsi del Brenta, talora ormai occultati in superficie.

9. PERMEABILITÀ DEL SUOLO

9.1 GENERALITÀ

La permeabilità di un terreno è la sua capacità di far passare acqua attraverso gli spazi tra i granuli (pori) e viene espressa attraverso la conducibilità idraulica k (normalmente in cm/s o in m/s).

La carta della “*Permeabilità del suolo*” rappresenta una zonazione di questa caratteristica relativamente ai primi 1 – 2 m di profondità (Allegato 7).

Tale carta, con notevole semplificazione, è stata elaborata solo su basi granulometriche (come verrà spiegato nel paragrafo successivo); essa deriva, quindi, principalmente dalla carta dei sistemi litologici con alcune integrazioni dovute a conoscenze da studi precedenti, con particolare riferimento al PTP e alla carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi.

La zonizzazione di terreni a diversa permeabilità può essere utile sia per scopi pedo – agronomici che per scopi urbanistici, ambientali e di protezione civile in quanto questa caratteristica

pedologica influenza l’infiltrazione dell’acqua nel sottosuolo e il suo deflusso superficiale.

9.2 METODOLOGIA

Le dimensioni dei granuli componenti un certo litotipo condizionano, insieme ad altri fattori (morfologia, grado di saturazione, ecc.), la capacità dei terreni di assorbire, trattenere o far passare l’acqua. In terreni di bassa pianura, quali quelli in esame, la granulometria diventa il fattore più importante; in prima approssimazione, quindi, si può identificare la permeabilità dei terreni in base alle caratteristiche granulometriche dei vari litotipi individuati.

Poiché nella carta in Allegato 1 “*Sistemi litologici*” sono stati classificati i litotipi anche in base alla loro granulometria, tale carta è stata utilizzata per identificare alcune classi di permeabilità dei suoli, riferite cioè a 1 – 2 m di profondità: è questo strato superficiale infatti che maggiormente condiziona il deflusso in superficie o l’assorbi-

Tabella n° 9.1 - Schema che illustra la correlazione tra permeabilità e classi litologiche

Classe permeabilità	Valori di permeabilità	Litologie (codici dei sistemi litologici)	Altri tematismi utilizzati
Mediamente permeabile	$10^{-4} \text{ cm/s} < k < 10^{-2} \text{ cm/s}$	8, 7, 20, 23, 26, e qualche piccola zona 6	
Poco permeabile	$10^{-6} \text{ cm/s} < k < 10^{-4} \text{ cm/s}$	6, 4	
Praticamente impermeabile	$k < 10^{-6} \text{ cm/s}$	1, 3, 9, 27, 12, 14, 13, 21, 22, 25	
Materiali di riporto/discariche e siti di bonifica a permeabilità variabile		24	siti di bonifica non impermeabilizzati, discariche
Aree palustri		29	
Zone urbane, commerciali, produttive e siti di bonifica impermeabilizzati			Mosaico dei PRG, siti di bonifica impermeabilizzati

mento delle acque piovane; inoltre rappresenta la prima protezione della falda freatica, sempre piuttosto superficiale.

È stata successivamente definita una correlazione (con valore solo indicativo) tra granulometria e conducibilità idraulica (sulla base di dati presenti in letteratura) che ha permesso di delimitare i terreni appartenenti alle seguenti classi di permeabilità indicate nella Tabella 9.1 nella pagina precedente.

Quest'ultima classe è quella che maggiormente incide sul deflusso superficiale delle acque, in quanto ne impedisce completamente l'infiltrazione nel sottosuolo. Ciò, come è noto, determina non pochi problemi sullo sgrondo delle acque gestite dai Consorzi di Bonifica.

9.3 DESCRIZIONE DELLA CARTA

La tavola in Allegato 7 evidenzia che la maggior parte dell'area in studio è costituita in superficie da terreni praticamente impermeabili, dove, sebbene sia consentito un certo drenaggio delle acque in profondità, il ruscellamento superficiale è favorito.

Terreni poco permeabili si rinvencono in corri-

spondenza delle fasce di esondazione dei principali corsi d'acqua attuali (Sile e Naviglio Brenta) o estinti. Qui il drenaggio delle acque è discreto.

Terreni mediamente permeabili sono invece bene rappresentati in tutta la fascia litorale, in alcune zone a ridosso del Naviglio Brenta e in corrispondenza delle rotte fluviali segnalate. Si tratta di terreni dove il drenaggio è molto buono, a volte eccessivo per i fini agronomici (si pensi alle zone orticole del Cavallino).

Sono stati inoltre evidenziati in carta i materiali di riporto, le discariche ed i siti di bonifica non impermeabilizzati¹³ che presentano permeabilità variabile, concentrati principalmente nell'area di Porto Marghera, ma presenti in piccole aree anche distribuiti nella restante parte del territorio.

Nell'isola di S. Erasmo sono presenti alcune aree palustri, sature d'acqua, con drenaggio di fatto impedito.

L'area in studio è, come noto, intensamente urbanizzata e le permeabilità originali dei terreni sono in vaste parti del territorio praticamente annullate. Da un'elaborazione del mosaico dei PRG¹⁴ sono state estratte le zone urbane, commerciali e produttive, di fatto rese in buona parte impermeabili dalla cementificazione, e sono stati identificati i siti di bonifica impermeabilizzati.

¹³ La perimetrazione delle aree di discarica e dei siti di bonifica è stata fornita dal Settore Politiche Ambientali della Provincia.

¹⁴ Fornito dal Settore Pianificazione Territoriale ed Urbanistica della Provincia.

10. ACQUE SUPERFICIALI

10.1 GENERALITÀ

Il territorio indagato è attraversato da una fitta rete di corsi d'acqua naturali ed artificiali tutti scolanti nel corpo idrico di maggiore entità dell'area: la laguna di Venezia.

I corsi d'acqua hanno avuto nel tempo varie funzioni, quali vie di comunicazione, fonti di vita per l'uomo (irrigazione, pesca, prelievo d'acqua per il consumo umano, ecc.).

Tali corsi d'acqua rappresentano però anche potenziale fonte di rischio in questo territorio sia in ordine a problemi di allagamento (rischio idraulico) sia in ordine al trasporto di sedimenti e di inquinanti in laguna. Sono quindi stati oggetto nei secoli di importanti interventi: arginature, diversioni, regimazioni, ecc.

In questo capitolo si considera, per le acque superficiali, solo la rete idrografica di terraferma attuale senza entrare nel merito della complessa rete idrografica lagunare; per quanto riguarda invece la paleoidrografia, essa è già stata trattata nel paragrafo 5.2.1.

10.2 IDROGRAFIA

Come già detto, i principali corsi d'acqua che attraversano l'area sono prevalentemente compresi tra i fiumi Brenta, a sud, e Sile, a nord, e appartengono all'area tributaria della Laguna di Venezia. Essi sono evidenti nella base cartografica (IGM in scala 1:50.000) della carta dei "Sistemi litologici", in Allegato 1.

I corsi d'acqua principali di origine naturale sono i fiumi Brenta, Sile, Dese, Zero, Musonello-Marzenego, Musone Vecchio e Naviglio Brenta. Di fatto però anche il corso di questi fiumi è strettamente dipendente da fattori antropici: basti pensare alle deviazioni artificiali che hanno avuto il Brenta e il Musone e alla presenza di imponenti arginature che hanno impedito,

dal momento della loro costruzione, ai fiumi di continuare a mutare il loro corso in modo sensibile.

La rete idrografica minore è molto fitta ed estesa; essa è legata essenzialmente alla bonifica, che presuppone tutta una serie di canali (di vario ordine e dimensione) per lo scolo, naturale e artificiale delle acque e per l'irrigazione.

Tra questi i principali, per dimensioni ed interesse storico-territoriale, sono: Canale Silone, Fossa Storta, Rio Roviego, Rio Draganziolo, Canale Osellino, Canale di S. Maria, Scolo Lusore, Canale Fiumetto, Canale Cime, Canale Menegon, Taglio di Mirano, Scolo Pionca, Canale Novissimo, Rio Serraglio, Scolo Tergolino, Canale Bondante, Canale Bottenigo, Idrovia Venezia – Padova, Scolo Fiumazzo, Scolo Brentella – Cornio.

Nella base cartografica di Allegato 1 sono evidenti anche i corsi d'acqua minori, qui non elencati.

Alcuni di questi corsi d'acqua sono stati costruiti *ex novo* dall'uomo per risolvere problemi di natura idraulica: è il caso del Taglio di Mirano, che, come già detto, è stato costruito per risolvere il problema delle piene del Musone, mentre il Taglio Novissimo quelle del Brenta; così anche una serie di canali scolanti i campi a cavino, adiacenti alle strade orientate in senso W-E del graticolato romano.

In genere i canali artificiali hanno un andamento rettilineo e non sono direttamente correlabili con l'andamento topografico. I canali con andamento tortuoso che seguono di più le pendenze sono in genere impostati su letti naturali.

10.3 BONIFICA IDRAULICA

La gestione dei corsi d'acqua minori e della rete scolante e di irrigazione è affidata ai seguenti

Enti:

1. Consorzio di Bonifica “Basso Piave“ (penisola del Cavallino);
2. Consorzio di Bonifica “Dese Sile” (dal confine nord fino al Dese);
3. Consorzio di Bonifica “Sinistra Medio Brenta“ (tra Dese e Naviglio Brenta e, a sud, Naviglio Brenta, nella zona ad est della strada Sambruson – Corte);
4. Consorzio di Bonifica “Bacchiglione Brenta“ (ad ovest del Consorzio precedente fino al confine dell’area).

Come evidenziato dalla carta del “*Microrilievo*” (Allegato 2) vi sono alcune aree sotto il livello del mare, soggette quindi a scolo meccanico: si tratta di alcune parti dei comuni di Marcon, Quarto d’Altino e Venezia, di competenza del Consorzio “Dese Sile” e di alcune parti dei comuni di Cam-

pagna Lupia, Camponogara e Mira, di competenza del Consorzio “Sinistra Medio Brenta”.

La restante parte di territorio è a scolo naturale; ciò non implica che il deflusso delle acque avvenga agevolmente: il territorio è infatti in gran parte soggetto a rischio idraulico di vario ordine e grado. Per quanto riguarda le cause e le condizioni di rischio si rimanda ai numerosi studi editi e inediti sull’argomento, con particolare riferimento a quelli condotti nell’ambito del Piano Territoriale Provinciale (tra il 1994 e il 1998), al Programma di Previsione e Prevenzione in materia di protezione civile (approvato nel 1998 e pubblicato nel 1999 dalla Provincia di Venezia) ed al Piano Provinciale di Emergenza (approvato nel 2001 ed attualmente aggiornato ed integrato secondo le Linee Guida Regionali).

11. ACQUE SOTTERRANEE

11.1 GENERALITÀ

Per quanto riguarda le acque sotterranee esse si trovano all'interno di corpi litologici posti a varie profondità aventi permeabilità sufficiente a consentirne il movimento causato da un gradiente idraulico per la maggior parte di origine naturale ma a volte condizionato da interventi antropici.

Tali corpi, per lo più sabbiosi e/o ghiaiosi, vengono definiti “*acquiferi*” e non vanno confusi con le acque sotterranee di saturazione dei materiali meno permeabili o appartenenti a piccole falde temporanee, per lo più sospese, alimentate da precipitazioni e irrigazioni locali e per lo più stagnanti.

Il corpo acquifero e l'acqua in esso contenuta vengono definiti “*falde acquifere*”. A livello generale deve essere fatta una distinzione tra la falda freatica, superficiale, e le falde profonde, in pressione, in ordine alla diversa influenza che esse hanno sugli interventi sul territorio.

11.2 Falda freatica

Come in tutti i territori posti a valle delle risorgive, la falda freatica ha superficie posta a debole profondità compresa tra 1 m (e anche meno) a 4 m; in alcune limitate zone è anche più profonda e spesso si trova in relazione con le acque superficiali.

Queste indicazioni derivano dalla carta della “*Soggiacenza della falda*” (Fig. 12) elaborata dal Dr Geol. P. ZANGHERI nell'ambito della redazione dello studio sulla “*Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi*” dove viene pure visualizzata la distribuzione delle classi di profondità.

Essa è alloggiata in orizzonti sabbiosi o limosi nell'immediato sottosuolo ed è caratterizzata da oscillazioni stagionali contenute (dell'ordine di 1 - 2 m).

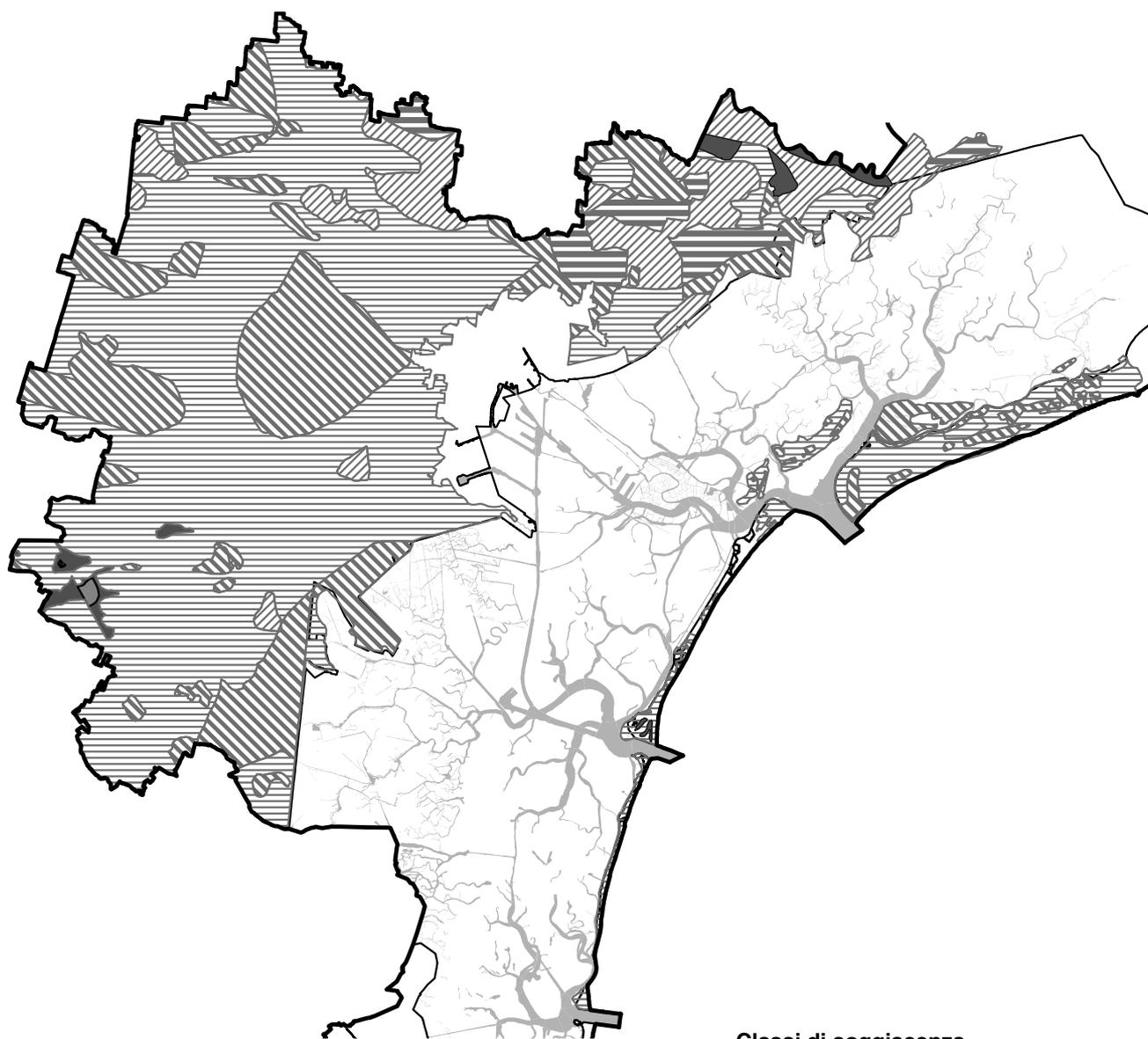
La superficie freatica è libera (in equilibrio con la pressione atmosferica) in corrispondenza delle zone più permeabili (dossi sabbiosi principali e zone sabbiose litorali); nella restante parte del territorio essa presenta una più o meno accentuata pressione e, quindi, risalienza, soprattutto dove la litologia di superficie è prevalentemente argillosa.

Nelle zone di bonifica (parte orientale dei territori di Marcon, Quarto d'Altino, Campagna Lupia e Camponogara) la falda, come la rete idrografica superficiale, può essere strettamente dipendente da fattori antropici, legati cioè al funzionamento delle idrovore (trattasi di aree a scolo meccanico e non naturale).

Il rischio di inquinamento della falda superficiale è generalmente molto elevato in tutto il territorio provinciale, in quanto in molte aree lo strato non-saturo è assente o di spessore di pochissimi metri (alla base del suolo è spesso presente la falda freatica).

Si tratta di un rischio che non comporta, normalmente, conseguenze per l'approvvigionamento idropotabile, ma che va comunque tenuto debitamente presente per le conseguenze che può avere sull'ambiente (inquinamento del suolo, inquinamento della rete idrica superficiale interconnessa con la falda...) e su alcune attività produttive (agricoltura *in primis*). In particolare le acque della prima falda, se inquinate ed utilizzate come acque di irrigazione (direttamente o perché drenate dalla rete idrica superficiale), possono immettere nella catena alimentare sostanze dannose per la salute; la situazione è più pericolosa, naturalmente, nelle varie parti di territorio dove vi sono colture orticole.

Da ciò deriva la necessità di mettere in atto forme di controllo e limitazione dell'inquinamento delle acque sotterranee anche quando appartenenti alla prima falda non usata a scopo potabile.



Classi di soggiacenza

-  Aree con franco di bonifica insufficiente e/o a sofferenza idraulica e aree palus
-  Soggiacenza < 200 cm
-  Soggiacenza compresa tra 200 e 300 cm
-  Soggiacenza > 300 cm
-  Aree prive di falda fino a 4 m di profondità
-  Aree prive di falda fino a 4 m di profondità ma a sofferenza idraulica
-  Confine provinciale

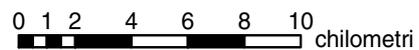


Fig. 12 - Soggiacenza della falda freatica (da "Vulnerabilità intrinseca del primo acquifero nel territorio provinciale di Venezia, parte centrale" - P. Zangheri, 1999, inedito).

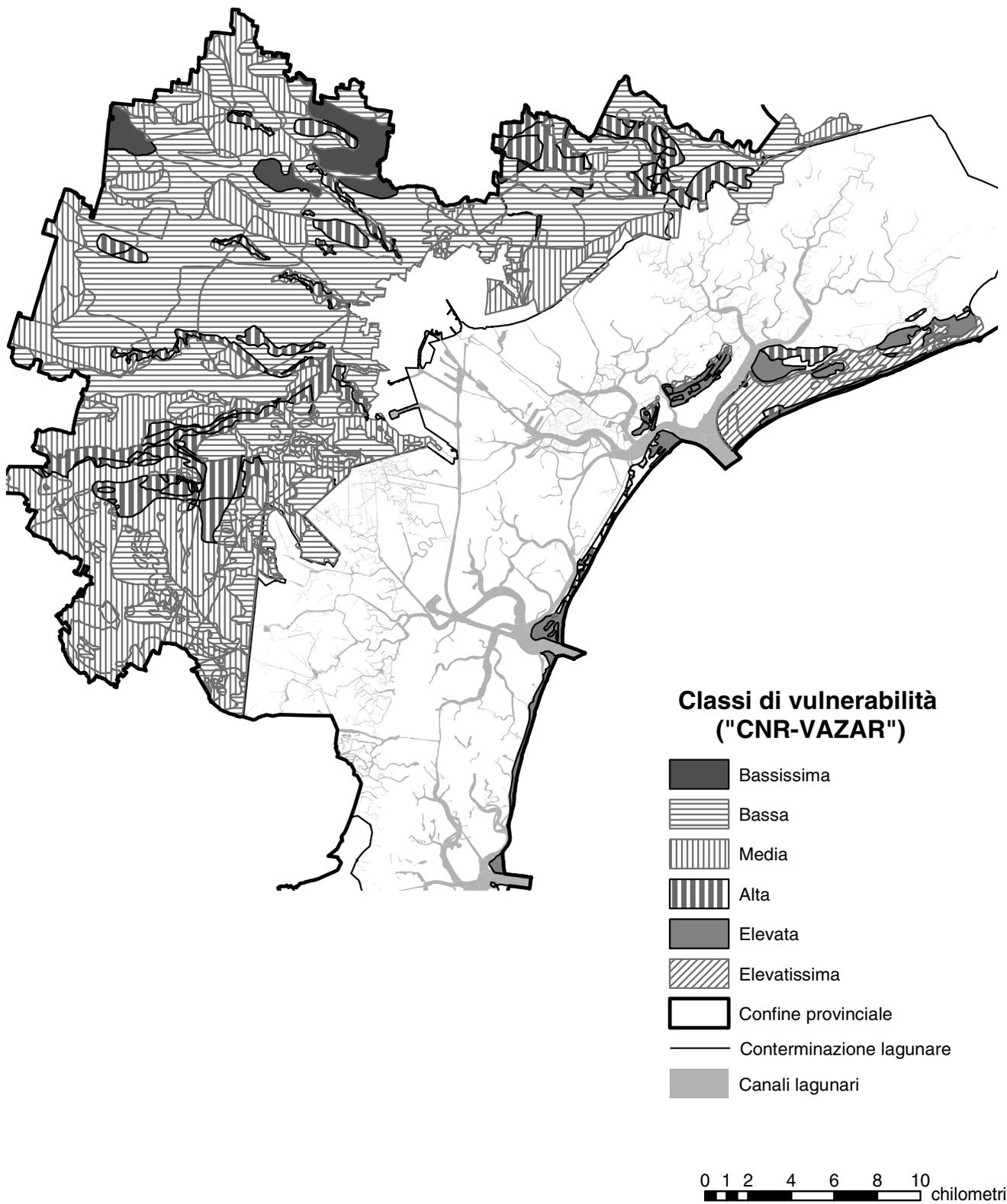


Fig. 13 - *Vulnerabilità della falda freatica* (da "Vulnerabilità intrinseca del primo acquifero nel territorio provinciale di Venezia, parte centrale" - P. Zangheri, 1999, inedito).

Si ricorda che la Provincia, nell'ambito del compito istituzionale affidatole in relazione alla "Carta dell'attitudine dei terreni allo spargimento dei liquami zootecnici", sta realizzando per stralci la "Carta della vulnerabilità intrinseca" relativa al primo acquifero (il primo cioè, a partire dalla superficie, con adeguate caratteristiche di permeabilità e di portata). Tale carta (Fig. 13), già realizzata per l'area centrale, ma tuttora inedita, tiene conto delle caratteristiche di permeabilità del suolo, delle caratteristiche litologiche e di permeabilità dell'acquifero, delle caratteristiche della zona non satura, della soggiacenza della falda, delle capacità di depurazione del suolo, dell'infiltrazione efficace e della pendenza.

Gli interventi antropici sul territorio si interfacciano spesso con la *falda freatica*, per cui è necessario salvaguardarne l'assetto idrogeologico e idrochimico, specialmente in quest'area che appartiene quasi interamente al bacino scolante in laguna.

Per questo è necessario rimandare a studi idrogeologici di dettaglio (peraltro già previsti da numerose normative vigenti) preventivi agli interventi sul territorio, specialmente per quelli a maggior rischio di inquinamento.

Un'altra problematica connessa con la presenza della falda a profondità molto modeste è il maggior impegno tecnico/economico nella realizzazione delle opere o parti di opere interrate (scantinati, sottopassi, ecc.), per le quali è necessario prevedere sistemi di drenaggio (*well point*) ed impermeabilizzazioni. In certi casi la situazione risulta proibitiva anche perché tali costruzioni potrebbero indurre sostanziali modificazioni dell'assetto idrodinamico della falda, con conseguenze da verificare caso per caso. Gli studi geologici dei PRG dovrebbero individuare le zone più critiche in ordine a questo specifico problema e perimetrarle con precisione (Tav. 10.4. "Carta idrogeologica" degli studi geologici prescritti per i PRG – scala 1:10.000) in modo da inserire nel Regolamento edilizio specifiche norme sulla costruzione o sul divieto di costruzione di scantinati ed altre opere interrate in tali zone.

13.3 Falda freatica nell'area lagunare

È da rilevare la presenza costante di una falda superficiale di tipo freatico (non in pressione) la cui superficie è posta appena al disotto del piano campagna, ad una profondità compresa tra 50 cm (e anche meno nelle aree morfologicamente più depresse) e ad oltre 4 m (nelle aree più rilevate dei litorali).

In particolare, nei centri abitati lagunari e, più in generale, nelle isole della laguna, la falda si trova ad una profondità estremamente limitata, ponendosi ad una quota media di circa +10 cm sopra il livello medio mare - circa 33 cm rispetto al mareografo di Punta della Salute - (CALLIGARO *et al.*, 1996); la sua soggiacenza può essere quindi stimata per differenza dalla quota media del territorio (normalmente di poco superiore al metro nelle isole lagunari).

La falda freatica, data la sua debole profondità dal piano campagna (p.c.), ha un'influenza diretta sulla costruzione e manutenzione degli edifici e dei marginamenti insulari, nonché sulla rete dei sottoservizi.

La falda freatica è in diretta comunicazione con le acque lagunari e/o marine (nei litorali), presenta un certo grado di salinità ed è condizionata dall'andamento delle maree. Questi fenomeni hanno notevole influenza sulle fondazioni degli edifici e sui marginamenti: la spinta idraulica operata dalla falda per seguire il flusso e riflusso di marea e la risalita capillare dell'acqua con relativa cristallizzazione dei sali insistono infatti su tali strutture procurando, alla lunga, danni considerevoli.

11.3 Falde profonde

Le falde profonde, in pressione e/o artesiane, sono variamente distribuite nel territorio. Esse sono state censite e caratterizzate tramite la "Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia" (DAL PRÀ *et al.*, Provincia di Venezia, 2000), cui si rimanda per una trattazione completa dell'argomento.

L'indagine idrogeologica del territorio provinciale è stata programmata dalla Provincia di Ve-

nezia in base sia a precisi dettati normativi vigenti al tempo in cui è iniziata l'indagine stessa (L. 319/76, L. 142/90, L.R. 33/85, L.R. 44/82, D.P.R. 236/88, D.L. 130/89, D.L. 275/93, L. 36/94), sia in quanto facente parte organica di un più ampio progetto mirante ad acquisire un'approfondita conoscenza delle problematiche fisico-ambientali del proprio territorio.

Lo studio ha avuto lo scopo di valutare e caratterizzare le acque sotterranee, prendendo in esame la struttura stratigrafica, la situazione idrogeologica, i caratteri idraulici delle falde, i parametri chimico-fisici principali delle acque, lo sfruttamento in atto e le disponibilità ancora esistenti.

Con forte schematizzazione si può indicare l'esistenza di numerose falde confinate sovrapposte nei primi 500-600 metri di profondità che, in prima approssimazione, diminuiscono in spessore, granulometria, potenzialità, qualità delle acque e numero procedendo da Nord Ovest a Sud Est.

Le falde sono alloggiare in acquiferi ghiaiosi e sabbiosi separati tra loro da orizzonti argilloso-limosi impermeabili.

L'alimentazione di queste falde confinate si origina in aree a monte, poste al di fuori del confine provinciale (province di Padova e Treviso).

Nelle aree idrogeologicamente più a monte (comuni di Scorzè, Noale, Martellago) esistono falde in ghiaia ad elevata produttività, mentre nel rimanente territorio le falde sono alloggiare prevalentemente in acquiferi sabbiosi.

Va segnalata la modesta velocità di movimento delle falde confinate, che può essere stimata di qualche centimetro al giorno, ma che può raggiungere anche alcuni metri al giorno in caso di falde in cui si localizzino forti emungimenti.

Data la variabilità dell'assetto idrogeologico e l'eterogeneità delle informazioni stratigrafiche, nell'ambito dello studio idrogeologico la distribuzione e la caratterizzazione delle falde è stata definita per settori:

- comuni di Noale¹⁵, Scorzè e parte del co-

¹⁵ Va precisato che la situazione idrogeologica rilevata nel comune di Noale si presenta in parte diversa da quella verificata, grazie a stratigrafie di dettaglio, nei pressi di Scorzè.

mune di Martellago ricadente nell'area di risorsa idropotabile;

- altri comuni del Miranese (parte sud di Martellago, Mirano, Salzano, Santa Maria di Sala, Spinea) e della Riviera del Brenta (escluso Mira): Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Dolo, Fiesso d'Artico, Fossò, Pianiga, Stra, Vigonovo;
- comuni del Veneziano e Mira (area circumlagonare; comuni di Cavallino Treporti, Marcon, Mira, Quarto d'Altino e Venezia).

La Tabella 11.1 riportata nella pagina seguente, estratta dalla indagine idrogeologica relativa alla parte centrale del territorio della provincia di Venezia, evidenzia le caratteristiche salienti delle varie falde rilevate per ciascun settore e riassume la distinzioni in falde o in classi di profondità eseguite nei vari stralci in cui è stato diviso il lavoro in base alla uniformità dal punto di vista idrogeologico.

Si può osservare come man mano che ci si allontana dall'area di alimentazione degli acquiferi si abbia un aumento dei valori di tutti i parametri considerati (a parità di profondità) e via via anche un peggioramento della qualità di base delle acque sotterranee. Infatti, nell'area di Scorzè, Noale e Martellago si hanno falde con elevati valori di prevalenza e, in alcuni casi, anche di ottima qualità. Nelle aree più a valle le superfici piezometriche spesso risultano al di sotto del piano campagna e le acque sono quasi sempre non potabili per eccesso di Ferro ed Ammoniaca. Avvicinandosi all'area lagunare si ha anche un incremento dei valori della conducibilità elettrica.

Una sintesi statistica dei pozzi censiti nell'area centrale viene riportata nella Tabella 11.2.

Ciò presumibilmente per la presenza di eteropie di facies non dettagliabili per la quasi totale assenza di stratigrafie reperite sul territorio comunale di Noale. Ciò nonostante, per semplicità e chiarezza di esposizione nell'ambito della citata indagine idrogeologica del territorio provinciale si è preferito presentare accorpate i dati delle due aree, utilizzando la suddivisione in falde eseguita nel rilevamento idrogeologico del territorio comunale di Scorzè. In particolare per l'area di Noale va notata la presenza di una falda compresa tra i 170 e i 200 metri che non si ritrova nel rimanente parte di territorio dell'Alto Miranese, e localmente, di un'altra falda localizzata tra gli 80 e i 100 metri di profondità.

Tabella n° 11.1 - Divisione dei pozzi censiti in falde e/o classi di profondità nelle aree ricadenti nei vari strati della indagine idrogeologica dell'area centrale, con caratterizzazione delle singole falde. (Estratto da "Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia" (Dal Prà et al., Provincia di Venezia, 2000)

Acquifero (Noale, Scorzé e parte nord di Martellago)	Numero pozzi censiti	Profondità (m)	Temp. (°C)	Cond. (μ S/cm)	Fe (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Prev. su p.c. (m)	Q. spont. max. (l/s)
1	544	20-60	12.5-15.0	350-450	0-1.0	0-2.0	0-0.5	0.2
2	57	110-140	13.0-16.0	250-400	<0.2	<0.5	0.3-4.0	2
3	32	200-225	13.5-16.0	300-400	<0.2	<0.5	2.0-4.5	2
4	42	235-260	13.5-16.0	300-400	<0.2	<0.5	2.0-6.0	3
5	311	280-320	14.0-18.0	350-450	<0.2	<0.5	3.0-8.0	8
6	24	325-380	16.5-20.0	300-350	<0.2	<0.5	5.0-8.0	8
Classe di profondità (Riviera del Brenta)	Numero pozzi censiti	Profondità (m)	Temp. (°C)	Cond. (μ S/cm)	Fe (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Prev. su p.c. (m)	Q. spont. max. (l/s)
1	109	10-55	14.0-15.0	850-1100	1.0-5.0	0.5-0.8	0	0
2	61	80-260	14.0-19.0	300-1350	0-5.0	0-5.0	0-5.0	2
3	23	260-300	17.0-20.0	300-550	0-2.0	0-1.0	2.0	2
4	46	300-330	18.0-20.0	300-400	0-4.0	0-2.0	4.0-6.0	5
Acquifero (Veneziano e Mira)	Numero pozzi censiti	Profondità (m)	Temp. (°C)	Cond. (μ S/cm)	Fe (mg/l)	NH ₄ ⁺ (mg/l)	Prev. su p.c. (m)	Q. spont. max. (l/s)
Semiart.	64	10-80	14.0-16.5	330-1500	0-12.5	0.2-8.0	0	0
1	294	89-124	13.7-17.1	320-2000	0-7.0	0.2-8.0	0	1.0
2	11	132-153	15.0-17.0	300-1000	0-1.0	0.2-4.5	1.0	0.5
3	15	163-181	14.4-18.6	300-685	0-0.5	0.5-3.0	0.5	0.4
4	52	200-250	14.0-18.0	250-800	0-1.0	0.2-3.4	1.0	0.8
5	46	260-300	15.0-18.7	275-600	0-0.7	0-3.4	0	0.8
6	11	>300						

Tabella n° 11.2 - *Suddivisione in classi di profondità dei pozzi censiti nell'area centrale*. Estratto da "Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia" (Dal Prà et al., Provincia di Venezia, 2000)

	Classi di profondità	Numero pozzi	% sul totale
1	10-80	748	43%
2	81-124	315	18%
3	125-200	142	8%
4	200-260	106	6%
5	261-300	259	15%
6	>300	165	10%
	Numero di pozzi in cui è nota la profondità	1.735	

Nel seguito si riassumono brevemente, così come estratte dallo studio idrogeologico, le caratteristiche idrochimiche ed idrogeologiche rilevate ai pozzi, divise nelle sei suddette classi di profondità.

PRIMA CLASSE DI PROFONDITÀ (10-80 M)

Questa classe di profondità, posta nell'area più monte (comuni di Noale e Scorzé e parte settentrionale di Martellago), corrisponde al primo acquifero confinato costituito da ghiaie e localizzato tra i 30 e i 60 metri di profondità. A causa dell'elevato sfruttamento a cui è stato sottoposto questo acquifero, la falda, un tempo artesianiana, ora in molti settori è solamente risaliente. Questa falda è in diretto collegamento idraulico con la falda indifferenziata presente nell'alta pianura. Le ghiaie, legate alle parti terminali delle conoidi, tendono a chiudersi in spazi piuttosto brevi, per cui l'area interessata da questa falda ha un limite piuttosto netto a Sud, come evidenziato dalla rilevante diminuzione nel numero di pozzi da nord a sud).

In comune di Scorzé questa falda viene sfruttata anche a scopo acquedottistico ed a scopo industriale dalla ditta San Benedetto. Attualmente i nuovi pozzi ad uso acquedottistico, allo scopo di sfruttare una falda di ottima qualità e ad erogazione spontanea, vengono spinti fino a raggiungere la falda compresa tra i 270 ed i 300 metri (dove si ubicano molti pozzi dell'Acquedotto del Mirese e

della società San Benedetto).

Nel rimanente territorio i pozzi ricadenti in questa classe di profondità sono in genere poco profondi (10-20 metri) ed intercettanti acquiferi locali a bassa trasmissività.

SECONDA CLASSE DI PROFONDITÀ (81-124 M)

Questa classe corrisponde in genere ad "aquiclude" (o ad acquiferi a limitata produttività) in tutta l'area indagata, eccetto che per l'area del Cavallino.

Infatti al Cavallino si ha una falda in sabbie, prevalentemente medie, che viene intercettata da alcune centinaia di pozzi. Va notato che l'utilizzo di questa falda permette l'irrigazione delle colture orticole specializzate ampiamente diffuse nel Cavallino.

TERZA CLASSE DI PROFONDITÀ (125-200 M)

Si tratta di una classe interessata da un numero limitato di pozzi, in parte per le limitate potenzialità ed in parte, soprattutto nel Miranese, per la qualità delle acque peggiore di quella delle falde comprese tra i 30 e i 60 metri ed i 260-300 m.

QUARTA CLASSE DI PROFONDITÀ (201-260 M)

Si tratta di una classe in cui complessivamente ricade un numero limitato di pozzi, anche se risulta abbastanza sfruttata nella zona di Scorzé. Corrisponde a falde continue probabilmente solo nel territorio dell'alto Miranese.

QUINTA CLASSE DI PROFONDITÀ (261-300 M)

In questa classe di profondità ricade un numero consistente di pozzi ed in particolare ricadono importantissimi prelievi eseguiti dalla Società San Benedetto e dall'Azienda Consorzio del Mirese a scopi, rispettivamente, di imbottigliamento ed acquedottistici.

Inoltre, in questa classe di profondità ricadeva la maggior parte dei pozzi ad uso industriale dell'area di Marghera, che nel 1975 furono chiusi a seguito dell'attivazione dell'acquedotto industriale (che preleva acque superficiali del fiume Sile).

Nell'area di Scorzé la falda presenta caratteristiche qualitative e quantitative ottime.

Corrisponde probabilmente ad un acquifero continuo, almeno in tutta l'area a nord del Naviglio Brenta.

SESTA CLASSE DI PROFONDITÀ (> 300 M)

Punti di attingimento da profondità superiori ai 300 metri si trovano nella parte più a monte, in corrispondenza dei comuni di Scorzé, Noale, Salzano e Martellago.

Nel rimanente territorio, pozzi così profondi sono piuttosto sporadici (anche se è ipotizzabile che esistano pozzi non censiti anche a profondità di 500 metri).

I dati esistenti sono insufficienti per definire con precisione la continuità e la distribuzione degli orizzonti acquiferi a profondità superiore ai 300 metri. In genere si hanno pressioni elevate con prevalenza sopra al piano campagna di oltre 5 metri.

In sintesi i dati caratterizzanti le condizioni idrauliche dei differenti acquiferi indicano che le falde a maggiore disponibilità d'acqua risultano essere quelle localizzate a profondità di 260-300 m, che mostrano prevalenze sul piano campagna anche di 3-8 m.

Il numero totale dei pozzi censiti è di 1.837, distribuiti non uniformemente sul territorio, con una maggiore concentrazione nel settore settentrionale (comuni di Scorzé, Noale, Salzano e Martellago) e nel litorale del Cavallino.

Il territorio è quasi interamente servito dalla rete acquedottistica pubblica. La profondità dei pozzi sfruttati per l'approvvigionamento idrico autonomo supera i 300 m; il 43.3% è caratteriz-

zato da erogazione spontanea.

Il prelievo misurato è di oltre 2.000 l/s. Il valore totale è stimabile in oltre 2.300 l/s. Questa portata è così distribuita:

Acquedotti	1.136 l/s
Società Acqua Minerale San Benedetto	383 l/s
Pozzi privati	900 l/s

In quest'area non esistono pozzi di acquedotti pubblici se non in comune di Scorzé, dove si trovano alcuni pozzi dell'ASPIV e i pozzi dell'Acquedotto del Mirese, che alimenta 17 comuni. A breve distanza da questi, vi sono i pozzi di uno stabilimento di acque minerali. Queste presenze sono significative di come queste acque siano abbondanti e pregiate e quindi di come sia importante conoscerle approfonditamente e gestirle razionalmente.

Il prelievo risulta elevato nei comuni di Noale e Scorzé. L'utilizzo prevalente dell'acqua è variabile da zona a zona. Importanti prelievi si hanno per diversi usi: acquedottistico, minerario (imbottigliamento), agricolo, industriale e domestico. Lo sfruttamento sta mostrando un andamento crescente nell'area dell'alto Miranese; esso andrà attentamente monitorato per limitare lo sviluppo di fenomeni di sovrasfruttamento degli acquiferi, con conseguenti abbassamenti della piezometria e depauperamento di questa importante georisorsa.

Nell'uso dell'acqua, nelle aree in cui i pozzi sono ad erogazione spontanea, è individuabile un rilevante spreco, dovuto alla consuetudine di mantenere in erogazione continua i pozzi privati.

A causa di questo spreco la pressione delle falde sta registrando una progressiva, sensibile diminuzione, tanto da privare in diverse zone le falde meno profonde della loro originaria spontaneità di erogazione.

La zona in cui sono presenti acque potabili è situata nella fascia settentrionale dell'area, relativamente in particolare alla V^a falda che risulta di ottima qualità. L'acqua è invece quasi sempre non potabile per l'alto contenuto di NH⁴⁺ nella parte meridionale del territorio indagato.

Considerando il consumo litri/secondo/km²

per ogni comune dell'area d'indagine, lo studio idrogeologico ha rilevato il consumo relativamente alto dell'area nord-occidentale. Infatti nei comuni di Noale e Scorzé si hanno portate emunte superiori ai 4 l/s/km².

L'utilizzo prevalente dell'acqua è variabile da zona a zona. Importanti prelievi si hanno per diversi usi: acquedottistico, minerario (imbottigliamento), agricolo, industriale e domestico.

Gli acquiferi confinati godono di un'ottima protezione naturale contro fonti di inquinamento eventualmente presenti sulla superficie del suolo, ciò a causa delle potenti coperture argillose comuni ai territori posti a valle della fascia delle risorgive. Eventuali processi inquinanti possono tuttavia provenire da zone a monte, entro l'area

di ricarica degli acquiferi posta nell'alta pianura al di fuori del territorio provinciale di Venezia, dove mancano le coperture argillose. Va segnalato inoltre che i numerosi pozzi che attraversano più acquiferi, e che sono poco o nulla cementati in coincidenza con gli *acquiclude*, possono divenire potenziali veicoli di trasmissione di inquinanti da una falda alle altre.

È certamente necessario un costante controllo idrogeologico ed idrochimico delle falde per valutare nel dettaglio l'evoluzione della qualità e della quantità delle acque sotterranee. Questo è uno dei motivi che ha spinto la Provincia alla progettazione idrogeologica della "*Rete di monitoraggio delle acque sotterranee*", pubblicata in CD rom nel 2001.

12. ATTIVITÀ ESTRATTIVA

L'attività estrattiva, com'è noto, riveste una notevole importanza perché, oltre a fornire materiale indispensabile a vari tipi di attività umane (in particolare all'industria edilizia), presenta rilevanti riflessi occupazionali, sia diretti sia, soprattutto, indiretti; essa inoltre è accompagnata da una vasta e importante problematica di tipo ambientale e paesaggistico.

Nel Veneto l'attività estrattiva è particolarmente intensa e molto sentiti sono quindi i vari aspetti sopra descritti; nell'ambito del territorio provinciale tali problemi, pur ugualmente fonte di dibattiti, impegni, ecc., sono nel complesso meno sentiti rispetto alle altre province (soprattutto rispetto a quelle di Treviso, Vicenza e Verona) in quanto l'unico materiale presente con caratteristiche qualiquantitative tali da renderlo industrialmente interessante è l'argilla per laterizi; la sua estrazione era finora consentita solo in pochi comuni della provincia di Venezia (Marcon, Martellago, Noale, Salzano); di recente è stata resa possibile in tutto il territorio¹⁶.

Il territorio indagato è stato oggetto, nel passato, di intensa attività estrattiva: ne sono testimoni le numerose cave a fossa ancora esistenti, per lo più recuperate come discariche di rifiuti, laghetti da pesca e sportivi, o per uso agricolo. È presente attualmente una sola cava attiva, denominata "Cava Cavalli", in comune di Marcon.

Scopo della carta è principalmente quello di fornire alcune delle indicazioni preliminari che contribuiranno alla stesura del Piano Provinciale per l'Attività di Cava (P.p.a.c.), previsto dalla L.R. 44/82, e, contemporaneamente, quello di mostrare dove sono situate le cave abbandonate esistenti per favorirne un eventuale recupero so-

cio-produttivo e/o ambientale.

12.1 Cenni legislativi

In materia di attività estrattiva vige, a livello nazionale, il R.D. 29.7.1927, n° 1443 "*Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione delle miniere del Regno*" (in parte modificato dalla L. 7.11.1941, n° 1360), cui si fa tuttora riferimento per certi aspetti, tra i quali la definizione dei materiali di prima e seconda categoria, classificazione importante in quanto ai primi si riferiscono le miniere, ai secondi le cave e torbiere.

Le argille, le sabbie e le torbe, presenti in provincia di Venezia, appartengono ai materiali di seconda categoria, per l'estrazione dei quali si svolge attività di cava o di torbiera, la cui disciplina, a norma degli articoli 117 e 118 della Costituzione e secondo i D.P.R. 15.1.1972, n° 7 - 8 e 24.7.1977, n° 616, rientra nella competenza legislativa regionale.

Nel Veneto l'attività estrattiva è particolarmente intensa e l'importanza che essa riveste è testimoniata, tra l'altro, dal fatto che sono state promulgate numerose leggi regionali di cui la più importante, e tuttora ancora in vigore, è la L.R. 7.9.1982, n° 44 "*Norme per la disciplina dell'attività di cava*" (e successive modifiche).

Essa prevede espressamente deleghe e subdeleghe alle Province in questa materia; in particolare compete alle Province:

- esprimere osservazioni al Piano regionale per l'attività di estrattiva (Prae);
- realizzare il Piano provinciale per l'attività di cava (Ppac) ed i Programmi provinciali di escavazione (Ppe) di durata triennale;
- rilasciare, modificare, sospendere, dichiarare decaduti, revocare l'autorizzazione o la concessione o il permesso di ricerca per aprire nuove cave o ampliare quelle esistenti;

¹⁶ Con L.R. 5/2000, inserendo le argille per laterizi nei materiali di gruppo "B" anziché "A", viene indirettamente previsto che le cave di tali materiali siano autorizzabili in tutto il territorio, come verrà meglio spiegato nel paragrafo 12.3.1.

- concorrere all'esercizio delle funzioni di vigilanza sui lavori di ricerca o di coltivazione dei materiali di cava.

Attualmente vige una fase transitoria, che avrà fine all'entrata in vigore del Piano Regionale per l'Attività Estrattiva (Prae)¹⁷, nella quale alcuni di questi compiti sono espletati dalla Regione: in questa fase solo la Regione può rilasciare autorizzazioni o concessioni per l'ampliamento di cave in atto o l'apertura di nuove cave che in provincia di Venezia sono limitate a quelle di argilla per laterizi.

Nel frattempo l'Amministrazione provinciale ha comunque realizzato e pubblicato lo "Studio geologico propedeutico al Piano provinciale per l'attività di cava" (RIZZETTO, VITTURI, ZANGHERI, 1995) relativamente ai comuni di Marcon, Martellago, Noale, Salzano e Scorzè, quelli cioè allora previsti dalla L.R. 44/82.

La L.R. 44/82 contiene inoltre una problematica di notevole interesse, che riguarda una pratica molto diffusa nel territorio veneziano, e anche nell'area in esame: le miglierie fondiari. Secondo la legge regionale infatti queste ultime rappresentano una pratica agronomica ed il riutilizzo dei materiali ricavati dalle escavazioni con finalità di miglioramento dei fondi agricoli, entro certi limiti (5.000 mc/ha), pur rientrando nell'attività di cava, è regolamentato, in questo caso, da una diversa tipologia di progettazione ed assoggettato ad un *iter* di approvazione semplificato che fa capo ad un'altra Direzione regionale (Politiche Agricole e Strutturali) rispetto a quello per le cave (Direzione Geologia e Ciclo dell'Acqua). La prassi di svolgere l'attività di miglieria fondiaria come se si trattasse di cava, snaturando spesso, quindi, il senso del progetto approvato dalla Regione, ha però determinato situazioni critiche in provincia di Venezia (specialmente nella zona meridionale, dove sono presenti importanti quantità di torba e sabbia, ma non è possibile l'apertura di nuove cave di tali litologie), con conseguenti provvedimenti sanzionatori (di competenza pro-

vinciale) anche molto pesanti: si ricorda infatti che, qualora la miglieria fondiaria venga svolta in maniera difforme rispetto al progetto ovvero in palese difformità, le sanzioni sono le medesime previste per l'attività di cava.

Infine si ricorda che con la L.R. 13.04.2001, n. 11 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi alle autonomie locali in attuazione del decreto legislativo 31.3.1998, n. 112" sono state delegate alle Province le funzioni trasferite alla Regione in materia di polizia delle cave oltre che le funzioni di polizia mineraria su terraferma ed a quelle relative alle risorse geotermiche su terraferma.

Si tratta in pratica di vigilare sul rispetto di alcune normative quali il D.P.R. 9.4.1959, n° 128 "Norme di polizia delle miniere e delle cave" che indicano le modalità per i lavori di estrazione.

Spetta inoltre alla Provincia far rispettare il D. Lgs 626/94, sulla sicurezza nei luoghi di lavoro, con le modifiche introdotte per le cave dal D. Lgs 624/96. In particolare tali norme prescrivono, tra l'altro, la redazione del Documento Sicurezza e Salute (DSS) che deve identificare le sorgenti di rischio, individuare i rischi di esposizione e stimare i rischi di esposizione residui.

12.2 ATTITUDINE GEOLOGICA ALL'ATTIVITÀ ESTRATTIVA

12.2.1 Generalità

La carta della "Attitudine geologica all'attività estrattiva" in scala 1:100.000, riportata in Allegato 8, è derivata da quella della classe granulometrica prevalente nei primi 4 m di profondità e da quella della soggiacenza della falda; l'esperienza acquisita con il rilevamento di campagna ha permesso di agevolare e di migliorare la redazione di tale carta.

12.2.2 Metodologia

Per ottenere la carta dell'attitudine all'attività estrattiva è stata messa a punto una metodologia diversa da quella adottata per le aree meridiona-

¹⁷ Mai approvato dal Consiglio Regionale (ed attualmente - 2003 - in fase di revisione), nei ventuno anni trascorsi dall'entrata in vigore della L.R. 44/82 che prevedeva l'approvazione entro un anno.

le e nord orientale, in quanto nel caso in esame sono disponibili molti più dati stratigrafici inseriti in una banca dati informatizzata e quindi gestibili in automatico, previo trattamento. Inoltre sono disponibili dati relativi alla falda, derivanti dallo studio relativo alla vulnerabilità degli acquiferi¹⁸.

L'elaborazione cartografica è stata realizzata a partire dalla carta della "*Classe granulometrica prevalente nei primi 4 m di profondità*", alla scala 1:100.000 (Allegato 6).

Tale elaborazione consente di evidenziare che nell'immediato sottosuolo del territorio indagato sono presenti vaste aree argillose e sabbiose. I limi sabbiosi, sebbene vengano utilizzati (opportuna-mente miscelati) per ottenere argille per laterizi, per quanto riguarda l'attitudine all'attività estrattiva sono stati accorpate con le sabbie, in quanto si tratta di piccole aree che ricadono all'interno di questa più estesa classe litologica.

La torba non è stata contemplata nella legenda dell'attitudine all'attività estrattiva in quanto non è praticamente presente nel territorio indagato, se non in limitati corpi lenticolari, economicamente non convenienti, causa anche la ridotta volumetria.

La carta così ottenuta è stata incrociata (mediante il G.I.S. "IDRISI") con la carta della soggiacenza della falda, derivata dallo studio sulla vulnerabilità degli acquiferi.

Sono state escluse tutte quelle zone:

- con franco di bonifica insufficiente e/o a sofferenza idraulica e le aree palustri;
- con soggiacenza della falda inferiore a 2 metri (in modo da poter scavare almeno fino a 1,5 m mantenendo un franco di almeno mezzo metro sopra il livello medio di piena della falda¹⁹; nel caso dell'area in esame, trattandosi in generale di falde in leggera pressione, si è pensato di fare riferimento al tetto dell'acquifero).

¹⁸ P. ZANGHERI, 1999 (inedito).

¹⁹ Ciò era previsto dall'art. 44, c. g), della L.R. 44/82; tale comma, per le nuove cave di argilla poste a sud della linea settentrionale delle risorgive, è stato abrogato sotto determinate condizioni ai sensi della L.R. 26/2002, art. 3 (successivamente quindi alla redazione della carta).

Il territorio è stato così suddiviso in ordine alla sua attitudine al reperimento di argille per laterizi o di sabbie (si veda l'Allegato 8).

La carta è stata realizzata in una scala di validità provinciale: va da sé che tale carta non deve creare aspettative di carattere locale dati gli scopi essenzialmente programmatori che essa si prefigge.

Resta quindi inteso che essa non potrà in alcun modo sostituirsi alle indagini geologiche di dettaglio comunque necessarie (e prescritte dalla L.R. 44/82) per l'eventuale apertura di nuove cave o per miglioramenti fondiari.

Si tratta quindi solo di identificare "aree favorevolmente indiziate" per il reperimento di sabbie e di argille per laterizi.

12.2.3 Situazione attuale

Come sopra detto il territorio studiato è stato suddiviso in ordine alla sua attitudine geologica al reperimento di argille per laterizi o di sabbie (si veda l'Allegato 8). Per la maggior parte si tratta di argilla per laterizi.

Le aree più adatte sono concentrate nei territori comunali di Quarto d'Altino, Marcon, Salzano e, in misura minore, in quelli di Noale, Martellago, Venezia, Mira, Stra, Fiesso d'Artico, Vigonovo e Camponogara: nella restante parte dell'area centrale, pur essendoci materiale interessante, la superficialità della falda freatica non rende economicamente conveniente la sua escavazione.

In generale i terreni dell'intera provincia di Venezia sono stati intensamente sfruttati per il recupero di materiale litoide (argille, sabbie e torbe) prevalentemente mediante l'apertura di cave a fossa, ma anche attraverso lo spianamento di dossi di origine fluviale e di dune e paleodune costiere (sabbia) o mediante livellazioni o deboli abbassamenti del suolo, spesso laddove servivano rilevati stradali e arginali (cave di prestito).

Le attività di spianamento hanno di fatto livellato la superficie topografica e spesso sono state trattate, a ragione o a torto, come "migliorie fondiari"; comunque in queste aree l'assetto idrogeologico è stato conservato nella sostanza, sebbene non

si possano escludere modifiche della quota dell'interfaccia acqua dolce/acqua salata nelle zone dunali costiere e sia stata in ogni caso diminuita la soggiacenza della falda freatica (generalmente con esiti migliorativi per le colture agrarie).

Molto diffuse sono però anche le cave a fossa da cui veniva estratta e viene tuttora estratta prevalentemente argilla (*l.s.*; infatti si intende anche argilla limosa, limo argilloso, limo e argilla sabbiosa) quasi interamente utilizzata in campo edile per la fabbricazione di laterizi.

Questo tipo di coltivazione è quella che in provincia di Venezia ha creato condizioni di dissesto idrogeologico in quanto, prima della regolamentazione normativa, l'estrazione di argilla procedeva generalmente fino al rinvenimento del substrato sabbioso. Quest'ultimo spesso ospitava una falda più o meno in pressione che veniva messa a giorno con lo scavo o che affiorava per sifonamento del fondo, essendo quindi esposta ad una ben maggiore vulnerabilità ai fenomeni di inquinamento. Inoltre questo determinava un nuovo assetto idrogeologico in cui la fossa di cava svolgeva un'azione drenante nei confronti della falda con ripercussioni più o meno gravi nell'intorno. L'esempio più eclatante è lo scavo dell'idrovia nella zona della riviera del Brenta: l'intercettazione della sottostante falda ha determinato un drenaggio cospicuo della falda stessa con conseguente abbassamento della superficie piezometrica immediatamente verificata (con i disagi conseguenti) in tutti i pozzi freatici esistenti nell'intorno e utilizzati prevalentemente per scopo irriguo e domestico.

A parte il caso specifico dell'idrovia, che è comunque da intendersi come un'enorme cava a fossa, l'area centrale della provincia, in esame, è quella prevalentemente interessata da questa tipologia di cave, per la grande quantità di argilla utile in campo edilizio che caratterizza i terreni dell'area, del resto posta più vicino ai centri di maggiore utilizzo.

L'intensa attività estrattiva in quest'area si è svolta prevalentemente nel periodo precedente alla prima regolamentazione normativa regionale che risale al 1975.

Tale attività, non regolamentata, ha modificato, talora anche sostanzialmente, l'assetto idrogeolo-

gico naturale; alcuni siti hanno ritrovato un nuovo equilibrio "accettabile", altri si trovano tuttora in una situazione di dissesto.

Molte di queste cave sono state riempite con rifiuti di vario tipo e sono ormai da considerarsi delle discariche, anche se talora sono state recuperate ad altri usi; altre sono state recuperate ad uso agricolo (se l'abbassamento del suolo è stato limitato), ad uso naturalistico o sportivo.

Si ricorda che in relazione alla normativa vigente le cave possono essere suddivise in:

- *Autorizzate* ai sensi della L.R. 44/82, art. 16
- *Estinte* ai sensi della L.R. 44/82, art. 25
- *Abbandonate* ai sensi della L.R. 44/82, art. 34 - <<...cave in cui l'attività è venuta meno prima dell'entrata in vigore dell'abrogata L.R. 17 aprile 1975, n. 36>>
- *Dismesse* ai sensi della L.R. 44/82, art. 34 - cave <<... in cui l'attività è venuta meno dopo l'entrata in vigore della medesima legge>> (e cioè la L.R. n. 36/75).

Nell'Allegato 8 sono state ubicate con un simbolo le aree di cava estinte, dismesse o abbandonate, differenziate con colore in base al tipo di materiale estratto nel passato. L'ubicazione e le principali caratteristiche di queste cave derivano da un censimento effettuato nel 1993 ("*Censimento cave e discariche del territorio provinciale*" - P&P Partners consultants & Contractors s.r.l.) da Cesare RIZZETTO e da Anna GALUPPO effettuato mediante apposite verifiche *in loco* di siti di cava individuati mediante fotointerpretazione da Anna GHERARDINGHER. I dati contenuti nelle schede relative alle cave individuate in tale censimento sono attualmente stati inseriti in un database collegato ad un GIS, cui si rimanda per dettagli.

Si fa notare che a volte si trovano ubicate cave di argilla in zone considerate favorevolmente indiziate al reperimento di sabbia: tale incongruenza è solo apparente in quanto nel passato può essere stata estratta argilla fino al raggiungimento del substrato sabbioso, attualmente prevalente in quanto messo a giorno; oppure la cava può essere stata identificata di argilla pure se è stato estratto materiale sabbioso da rimescolare ad ar-

gille troppo “grasse”; o, infine, pur essendoci una prevalenza di litologia sabbiosa nei primi quattro metri, è stato scavato solo uno strato argilloso superficiale.

Si tratta comunque in prevalenza di cave di argille per laterizi concentrate in nei comuni di Marcon, Noale, Mira, Mirano e tra Dolo e Pianiga. In realtà diverse cave d’argilla ubicate in comune di Venezia, nei pressi di Marghera, non sono ormai più identificabili in quanto sede di siti di discarica o bonifica o perché vi è stato costruito sopra.

Solo nel comune di Campolongo Maggiore, nei dintorni del Brenta, sono presenti cave in sabbia, in corrispondenza di quella che è stata individuata come rotta nella Carta dei Sistemi Litologici. Il fatto che queste ultime cave, assieme ad altre due di argilla, si trovino a ridosso del corso d’acqua fa pensare che si trattasse di cave di prestito per la costruzione dell’argine del Brenta, anche se non esiste documentazione che attesti tale ipotesi.

Nella tavola in Allegato 8 sono pure state perimetrate le *cave senili*, così come individuate dal

Tabella n° 12.1 - *Cave senili* (fonte: PALAV)

Denominazione	Comune	Note
S. Elena	Salzano	Già ripristinata ad uso ambientale
Cava Prai	Salzano	Nell’ambito di una variante al PRG il Comune vorrebbe prevederne un ripristino ad uso ambientale (presenza di laghetti di cava)
Cava Villetta	Salzano	Nell’ambito di una variante al PRG il Comune vorrebbe prevederne un ripristino ad uso ambientale (presenza di laghetti di cava)
Non nota	Martellago	
Ex fornace di Martellago	Martellago	Attualmente è un’area adibita a parco da parte del Comune e da esso vincolata ed è denominata “Parco Laghetti”
Oasi LIPU	Marcon	Laghetti di cava gestiti come oasi faunistica da parte della LIPU
Cave Praello	Marcon	Laghetti di cava con presenza di progetti da parte del Comune
Ex fornace Perale	Mirano	Presenza di un laghetto di cava in fianco alla discarica
Non nota	Mirano	Estremo angolo SE di Mirano

Tabella n° 12.2 - *Cave inserite tra le “senili” nell’ambito del PTP*

Denominazione	Comune	note
Cava Cavasin	Noale	Proposta di vincolo paesaggistico da parte della Provincia di Venezia ai sensi della L. 1497/39 (art. 5 L.R. 63/94)

PALAV²⁰, ed una cava in comune di Noale, denominata “Cava Cavasin”, inserita pure come senile ed area umida nel PTP (Tabelle 12.1 e 12.2).

Per “cave senili” si intendono cave da molto tempo abbandonate, totalmente o parzialmente riempite d’acqua (per lo più di falda, ma anche di acqua piovana), che hanno assunto nel tempo una valenza naturalistico-ambientale. Infatti potrebbero essere assimilate ad aree umide, dove lo stato di abbandono ed il nuovo equilibrio idrogeologico hanno favorito uno sviluppo spontaneo della vegetazione e l’insediamento di numerose specie faunistiche.

Tale situazione ha fatto sì che i citati strumenti urbanistici si siano dotati di norme volte a tutelare tali siti; inoltre, l’importante valenza naturalistica acquisita nel tempo successivo alla fine dei lavori di escavazione da queste cave ne ha determinato l’inserimento anche nell’elenco dei Siti di Importanza Comunitaria (SIC)²¹, per i quali qualsiasi progetto deve essere accompagnato da una relazione di incidenza ambientale.

È da notare che tra i SIC sono state pure inserite le “Cave di Gaggio”, denominazione attribuita all’area della “Cava Cavalli”, cava ubicata in comune di Marcon, di cui una parte è ancora in piena attività (si veda la perimetrazione in Allegato 8). Da tale cava viene estratta argilla per laterizi di pregio (uso ornamentale e per restauro). L’attività è stata autorizzata nel 1998 sulla base di un progetto presentato dalla Società che la gestisce al fine di prevederne un recupero ad uso ambientale anziché agricolo.

È da segnalare inoltre che la ricomposizione della Cava Cavalli è stata oggetto di un protocollo d’intesa tra Provincia, Comune di Marcon, Consorzio di Bonifica Dese Sile e Ditta proprietaria dell’area, finalizzato al riutilizzo dell’area come cassa di espansione e decantazione degli inquinanti presenti nel fiume Zero, nell’ambito di un più ampio progetto di disinquinamento della Laguna di Venezia (“*Interventi di riqualifi-*

cazione ambientale lungo il basso corso del fiume Zero per il controllo e la riduzione dei nutrienti sversati nella laguna di Venezia”).

12.2.4 Considerazioni conclusive

Dall’esame della carta della “*Attitudine geologica all’attività estrattiva*” (Allegato 8), risulta la presenza di sabbie in modesta quantità e di argille per laterizi, per le quali alcune parti di territorio sembrano avere una vocazione.

Le sabbie rivestono un’importanza quali-quantitativa sicuramente secondaria in un’ottica regionale ed anche provinciale, ed è da sconsigliare l’idea di utilizzarle industrialmente anche perché ciò non è consentito dall’attuale legislazione regionale.

Le argille per laterizi rivestono invece un notevole interesse industriale sia a livello provinciale che regionale. L’area centrale della provincia è stata intensamente sfruttata in questo senso nel corso del novecento, per la naturale vocazione del territorio in ordine alla notevole presenza di litotipi argillosi. Sono infatti disseminate ovunque fosse di cava, il più delle volte riportate a piano campagna con lo stoccaggio di rifiuti di varia natura e provenienza.

Con la regolamentazione dell’attività estrattiva la presenza della falda così superficiale ha rappresentato un ostacolo a tale attività economica. Prova ne è il fatto che solo una cava è attualmente attiva in tutto il territorio in esame.

Con lo studio sono però state focalizzate le aree in cui sembra ancora potenzialmente conveniente intraprendere la coltivazione di cave di argilla. Naturalmente questo dovrà essere avvalorato da studi di carattere locale, a scala maggiore, che tengano conto anche di aspetti diversi da quelli prettamente geologici.

12.3 ATTITUDINE GEOLOGICA AL REPERIMENTO DI ARGILLE PER LATERIZI

12.3.1 Generalità

La carta della “*Attitudine geologica al reperimento di argilla per laterizi*”, in scala 1:100.000

²⁰ Piano d’Area della Laguna di Venezia (“*Piano d’Area della Laguna e dell’Area Veneziana*” – Regione del Veneto, 1999).

²¹ Si veda il D.M. 3.4.2000 “*Elenco delle zone di protezione speciale designate ai sensi della direttiva 79/409/CEE e dei siti di importanza comunitaria proposti ai sensi della direttiva 92/43/CEE*”.

(Allegato 9) rappresenta un approfondimento della carta della “Attitudine geologica all’attività estrattiva”.

Vengono qui infatti classificate le aree adatte per il reperimento di argille in ordine ad una loro maggiore o minore attitudine, in relazione prevalentemente alla profondità della falda freatica: è noto infatti che più è profonda la falda e più è possibile spingersi con lo scavo e, quindi, maggiore è la convenienza alla coltivazione.

Tale maggiore convenienza è stata tradotta con una maggiore attitudine.

Vengono inoltre fornite indicazioni sulla presenza di carbonati di calcio, almeno nei terreni più superficiali: la presenza di carbonati in percentuale maggiore del 10 – 15% influisce infatti negativamente sulla cottura del laterizio.

Si ricorda che, ai sensi dell’art. 3 della L.R. 44/82, le argille per laterizi appartenevano ai materiali di cava di gruppo “A”, quelli cioè per cui l’estrazione comporta un elevato grado di utilizzazione del territorio. Ai sensi dell’art. 44 della stessa norma era previsto che, fino all’entrata in vigore del Piano Regionale per l’Attività Estrattiva (Prae), per i materiali di gruppo “A” potessero essere rilasciate autorizzazioni o concessioni per l’ampliamento o l’apertura di nuove cave solo negli insiemi estrattivi A11 (Martellago, Noale, Salzano) e A12 (Marcon), nell’ambito del territorio della provincia di Venezia.

Con L.R. 5/2000 – art. 34 - le argille per laterizi sono state invece trasferite ai materiali di cava di gruppo “B” (materiali che comportano un minor grado di utilizzazione del territorio); con ciò, indirettamente, ai sensi dell’art. 44 della L.R. 44/82, si prevede che possano essere rilasciate autorizzazioni o concessioni nel territorio di tutti i comuni.

È stato pertanto ritenuto interessante affrontare tale approfondimento in questa sede, data anche la notevole mole di dati a disposizione.

12.3.2 Metodologia

Dalla carta dell’attitudine geologica all’attività estrattiva sono state considerate solo le aree in cui si può trovare argilla per laterizi.

Tali aree sono state incrociate con la carta della soggiacenza della falda, in quanto, come già detto, più è profonda la falda e più è possibile spingersi con lo scavo.

Sono state ottenute così 4 classi di attitudine geologica al reperimento di argille per laterizi:

- ADATTI - terreni con presenza di argilla prevalente nei primi 4 m di profondità e mediamente privi di falda fino a 4 m di profondità dal piano campagna (p.c.);
- MEDIAMENTE ADATTI - terreni con presenza di argilla prevalente nei primi 4 m di profondità e soggiacenza della falda mediamente maggiore di 3 m dal p.c.;
- POCO ADATTI - terreni con presenza di argilla prevalente nei primi 4 m di profondità e soggiacenza della falda mediamente compresa fra 2 e 3 m dal p.c.;
- NON ADATTI - terreni con sabbia e/o limo prevalente nei primi 4 m di profondità e/o con presenza di falda mediamente a meno di 2 m dal piano campagna.

Data l’importanza che riveste la presenza di carbonati nell’argilla in fase di cottura (cui si è accennato nel paragrafo precedente), si è ritenuto di fornire le indicazioni emerse dallo studio a tal proposito.

In particolare le prime tre classi sopra citate sono state ulteriormente differenziate a seconda che i suoli si presentino o no decarbonatati in superficie con accumulo di concrezioni carbonatiche in profondità.

Nel primo caso la pedogenesi ha determinato una decarbonatazione superficiale (talora fino a oltre due metri di profondità) dei terreni; ciò presuppone una lisciviazione del carbonato di calcio in superficie (fino a valori minore o uguale al 2%) con formazione di orizzonti di accumulo dello stesso in concrezioni in profondità.

Nel secondo caso i terreni forniscono generalmente una elevata reazione all’HCl, evidenziando un buon tenore di carbonato di calcio.

Infine, per completezza, sono state inserite la cava di argilla attiva, quelle senili e quelle estinte, dismesse o abbandonate, come descritte nel paragrafo precedente.

12.3.3 Considerazioni conclusive

Dall'esame della carta della "*Attitudine geologica al reperimento di argilla per laterizi*" (Allegato 9), risulta sostanzialmente che in quasi tutte le zone in cui sono reperibili argille per laterizi, così come individuate in Allegato 8, i terreni sono classificati "adatti" in ordine a tale attività. Esse ricadono in gran parte nei territori comunali di Noale, Salzano, Martellago, Scorzè, Marcon e Quarto d'Altino, interessando solo marginalmente i comuni di Venezia, Mira e Camponogara.

Nei comuni di Stra, Fiesso d'Artico e Vigonovo sono invece presenti zone interessate da terreni classificati come "poco adatti" e, solo a Vigonovo, "mediamente adatti" per il reperimento di argilla per laterizi. Come già spiegato il fattore limitante è la superficialità della falda freatica.

La presenza di vecchie cave di argilla in aree considerate non adatte in questa sede deriva dal fatto che, ai tempi in cui furono coltivate dette cave, la presenza della falda sub superficiale non era considerato un fattore limitante per l'escavazione in quanto essa poteva tranquillamente essere messa a giorno (non esistevano norme specifiche in merito, come adesso) e si poteva quindi scavare anche sotto falda.

Le informazioni relative al tenore di carbonato di calcio rivestono un carattere solo indicativo sulla distribuzione di questo parametro alla scala 1 : 100.000. Specifiche analisi chimiche e mineralogiche a varie profondità sono indispensabili per la definizione dell'attitudine reale delle argille alla formazione di laterizi. Ciò nonostante, si ritiene che la carta sia complessivamente rappresentativa della situazione reale in relazione alla scala adottata.

13. GEOLOGIA TECNICA

La variabilità delle caratteristiche geomecniche dei terreni può essere assai elevata in considerazione delle dimensioni dell'area di indagine, tanto più che essa comprende zone con alluvioni antiche e recenti, isole lagunari e cordoni litorali.

Sostanzialmente si tratta di terreni con qualità meccaniche raramente ottime, in alcune zone buone (soprattutto nelle fasce litorali e nei sedimenti più antichi), per lo più variabili da discrete a scadenti, raramente pessime.

Di seguito, dopo una breve rassegna della legislazione che regola la materia, viene spiegata la metodologia utilizzata per la redazione delle carte elaborate (*"Zonazione geologico - tecnica preliminare del sottosuolo"* e *"Penalità ai fini edificatori"*), che riprende di base quella utilizzata anche negli analoghi studi relativi all'area nord orientale e meridionale della provincia.

13.1 Cenni legislativi

La legislazione regionale e quella nazionale prescrivono espressamente l'acquisizione delle principali caratteristiche geologiche e geotecniche del sottosuolo per una corretta pianificazione territoriale. Tali leggi vengono qui ora brevemente esaminate.

- **D.M. 11 marzo 1988 e relative "Istruzioni"**

Il D.M. 11 marzo 1988 *"Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione"* e le relative *"Istruzioni"* (Circ. Min. LL.PP. 24.09.1988, n° 30483) prescrivono studi geologici e geotecnici adeguati su tutto il territorio nazionale per opere sia pubbliche che private; essi inoltre indicano anche le modalità pratiche e le finalità da conseguire da parte di tali indagini.

I principi e i criteri indicati hanno lo scopo di garantire la sicurezza e la funzionalità del complesso opere - terreni e di assicurare in generale la stabilità del territorio sul quale si inducono deformazioni.

È noto che la determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione è particolarmente importante per terreni limosi e argillosi (che ricoprono una vasta parte dell'area centrale della provincia di Venezia) in quanto per essi sono più accentuate le variazioni di tali caratteristiche, le quali possono essere molto elevate o molto scadenti, ciò che invece si verifica con minore frequenza nei terreni sabbiosi e ghiaiosi.

L'obbligatorietà di questi studi è motivata dal fatto che la conoscenza della situazione geotecnica di un dato territorio può permettere, in certi casi, notevoli risparmi in fase di programmazione della localizzazione di nuovi insediamenti qualora, a parità di altri fattori, esistano zone con caratteristiche geotecniche scadenti ed altre invece con caratteristiche migliori.

La conoscenza geotecnica del sottosuolo è inoltre necessaria per evitare il sovradimensionamento delle opere di fondazione (fenomeno assai diffuso che provoca aumenti anche notevoli dei costi delle opere) o l'adozione di fondazioni inadeguate (ciò che invece può comportare, nel tempo, dissesti di tipo per lo più architettonico, ma talvolta anche strutturale).

La *"Carta della zonazione geologico - tecnica preliminare"* dà un primo tentativo di delimitazione delle aree nelle quali, in base all'art. A.2 del D.M. 11.3.1988, <<...nel caso di costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno, che ricadono in zone già note, la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo può essere ottenuta per mezzo della raccolta di notizie e dati sui quali possa responsabilmente essere basata la progettazione>>; tale carta, comunque, come già detto, non può assolutamente sostituire

gli studi di dettaglio, tanto più in una zona, quale quella in esame, caratterizzata da un'evidente variabilità litologica (e quindi geomeccanica) sia orizzontale che verticale.

- L.R. 27 giugno 1985, n° 61

La legge regionale 27 giugno 1985, n° 61 "Norme per l'assetto e l'uso del territorio" prescrive all'Art. 8, tra gli elaborati per la stesura dei Piani Territoriali Provinciali, che vi sia una cartografia in scala non inferiore a 1:25.000 rilevante le caratteristiche geologiche e geopedologiche dell'intera provincia con specificazione delle parti del territorio soggette a dissesto idrogeologico.

Analogamente per la stesura dei P.R.G. comunali è richiesta (art. 10) una <<cartografia geologico - tecnica ... che rileva le attitudini delle singole unità del terreno, con particolare riferimento al loro assetto geologico e morfologico e ai processi geodinamici in atto e contiene una classificazione dei terreni ai fini della loro utilizzazione come risorsa naturale>>.

Maggiori e più dettagliate indicazioni tecniche sono contenute nel documento "Grafia e simbologia regionali unificate per l'elaborazione degli strumenti urbanistici", pubblicato a cura della Giunta Regionale Veneto nel settembre 1983²², modificato con Decreto della Giunta Regionale del Veneto n. 615 del 21.02.96, nel quale sono stati approvati²³ i "Contenuti geologico-tecnici nelle Grafie Unificate per gli strumenti urbanistici comunali".

In particolare si ricorda che la carta delle penali ai fini edificatori, prevista da tali documenti (denominata Tav. 10.9), viene redatta sulla base anche della locale situazione geotecnica; viene infatti richiesto se le caratteristiche geomeccaniche sono ottime, buone, mediocri (e localmente anche variabili), scadenti, pessime.

²² L.R. 40/80 (ora L.R. 61/85); alla redazione di tale elaborato aveva partecipato uno degli scriventi (A. Vitturi, insieme a V. Ilceto e V. Spagna).

²³ L'approvazione è avvenuta contestualmente a quella della "Metodica unificata per l'elaborazione della cartografia relativa all'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici". Nel gennaio 1996 le nuove Grafie unificate hanno avuto il parere favorevole della Commissione Tecnica Regionale Ambiente (C.T.R.A.).

13.2 ZONAZIONE GEOLOGICO - TECNICA PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO

La carta della "Zonazione geologico - tecnica preliminare del sottosuolo", alla scala 1:100.000 (Allegato 10), è derivata dalla carta dei "Sistemi litologici" (Allegato 1) messa a confronto con la notevole mole di dati puntuali (sondaggi, trivellate, prove penetrometriche statiche e dinamiche, ecc.) presenti nella banca delle prove geognostiche della Provincia di Venezia²⁴.

Si tratta in particolare di 1.269 dati, relativi a 979 sondaggi (elaborati in automatico nell'ambito della carta della "Classe granulometrica prevalente nei primi 4 m di profondità" - in Allegato 6) e di 290 prove penetrometriche tra statiche e dinamiche (appositamente elaborate per la redazione di questa carta), che però, non essendo stati fatti appositamente, hanno una distribuzione eterogenea; la carta deriva quindi necessariamente anche dall'osservazione di superficie (come verrà più dettagliatamente spiegato nel paragrafo 13.2.1): ciò la differenzia dalle non molte carte geotecniche esistenti, basate essenzialmente su una, spesso ricca e ben distribuita, serie di dati relativamente uniformi riguardanti specifici parametri geotecnici del sottosuolo.

Inoltre la carta tiene conto anche della datazione relativa dei terreni, dedotta dalla carta della distribuzione dei carbonati di calcio, in quanto è noto che sedimenti più antichi sono di norma maggiormente consolidati di quelli più recenti.

Si fa espressamente presente che la carta non può assolutamente sostituire gli studi di dettaglio, come risulta evidente anche dalla scala di rappresentazione e considerando anche la non omogenea distribuzione dei dati geotecnici noti.

Si ritiene tuttavia che questa carta, se correttamente utilizzata, avrà un'utilità anche economica assai importante perchè potrà consentire, incentivando gli studi di dettaglio, la riduzione delle notevoli spese che oggi vengono fatte per sovra o sotto dimensionamento delle opere di fondazione; essa inoltre potrà fornire utili elementi pre-

²⁴ Si ricorda che si fa riferimento alla situazione dell'archivio esistente nel 2001; successivamente l'archivio è stato considerevolmente implementato.

liminari per una corretta pianificazione a livello provinciale e comunale e potrà essere utilizzata per la progettazione di massima di tracciati stradali.

13.2.1 Metodologia

Per la zonazione geologico - tecnica sono state classificate 290 tra prove penetrometriche statiche e dinamiche, tenendo conto della prevalenza delle caratteristiche geomeccaniche rispettivamente nei primi 6 e 10 m di profondità (non considerando il primo mezzo metro), secondo i seguenti criteri sintetizzati nella Tabella 13.1.

Per l'elaborazione della carta sono state fatte le seguenti considerazioni:

- le prove penetrometriche sono distribuite eterogeneamente, essendo più concentrate presso i centri abitati mentre le aree agricole ne sono quasi prive; non è quindi realistica né rappresentativa dell'intero territorio un'interpolazione delle sole prove penetrometriche;
- la definizione di classi geologico - tecniche (terreni ottimi, buoni, discreti, mediocri, scadenti e pessimi) deve necessariamente

essere riferita ad una profondità standard²⁵;

- le prove penetrometriche raccolte nella banca dati provinciale arrivano, nel territorio in esame, quasi sempre a profondità di almeno 10 m, sempre a profondità di 6 m;
- i dati di sondaggi disponibili erano omogeneamente diffusi su tutta l'area solo per i primi 4 m;
- la profondità considerata è quella in cui normalmente vengono distribuiti i carichi di edifici di modeste dimensioni (quali abitazioni da uno a tre piani).

Fatte queste considerazioni, per arrivare a tale carta si è deciso di partire dall'analisi critica della carta dei "Sistemi litologici" (Allegato 1) e da alcune elaborazioni cartografiche precedentemente descritte, ascrivendo in generale:

- ai terreni con caratteristiche geomeccaniche BUONE
 - le zone sabbiose delle dune, paleodune
- ai terreni con caratteristiche geomeccaniche SCADENTI
 - le zone prevalentemente argillose come delimitate dalla carta della classe granulometrica prevalente nei primi 4 m di profondità laddove esse appartengono

Tabella n° 13.1 - Correlazione utilizzata tra le caratteristiche dei terreni e le classi geologico - tecniche

Classe di terreno	R _p (kg/cmq)	Descrizione caratteristiche geomeccaniche	Litologia	Consistenza
ottimo	> 100	ottime	Sabbie addensate	molto dura
buono	50 - 100	da buone a discrete	Sabbie litorali o particolari sabbie	da dura a molto dura
discreto	20 - 50	da discrete a buone	LA e AL asciutti con caranto, LS e SL in dossi	media
mediocre	10 - 20	mediocri, talora con variabilità	Tutto il resto	molle o variabile
scadente	5 - 10	scadenti, spesso anche molto variabili	LA e AL di fondo lagunare e palustre	molto molle o molto variabile
pessimo	< 5	pessime	torbe	praticamente nulla

²⁵ Una standardizzazione in senso assoluto della profondità di indagine non esiste nella normativa, come è ovvio, visto che la profondità di indagine è legata alla tipologia dell'opera.

In questa sede è stata quindi individuata una profondità che avesse una validità per la media degli interventi di urbanizzazione del territorio in esame.

alle zone di più recente sedimentazione (zone con terreni senza orizzonti “k” - con abbondanti concrezioni calcaree - e non decarbonatati, come derivate dalla carta della distribuzione areale del carbonato di calcio in allegato 4)

- le zone prevalentemente argillose e limose di origine palustre e lagunare come dedotte dalla carta dei “sistemi litologici”
- le zone di riporto dei fanghi derivanti dagli scavi lagunari come dedotte dalla carta dei “Sistemi litologici”
- le zone di riporto di materiale eterogeneo e di spessore variabile come dedotte dalla carta dei “Sistemi litologici”
- ai terreni con caratteristiche geomeccaniche **PESSIME**
 - i terreni torbosi
 - le cave (senili, dismesse e non recuperate e l'unica cava attiva)
 - le discariche

Per quanto riguarda i siti di bonifica, essi sono stati tenuti distinti senza essere attribuiti ad alcuna classe in quanto non sono note le modalità dell'intervento di bonifica che dal punto di vista geomeccanico potrebbero essere migliorative o peggiorative.

Ciò è stato ritenuto indispensabile, altrimenti tali informazioni sarebbero andate perse per la mancanza di dati penetrometrici in queste aree.

Nelle restanti zone è stata utilizzata l'interpolazione automatica delle interpretazioni puntuali delle prove penetrometriche come sopra descritte. L'interpolazione è stata effettuata con il G.I.S. “IDRISI” sulla base di un algoritmo matematico (metodo di Krigging).

Si è così ottenuta una carta in cui sono individuate e perimetrare le aree appartenenti alle diverse classi geologico - tecniche (non compare quella con caratteristiche ottime), in ordine alle caratteristiche geomeccaniche dei terreni nei primi 4 - 6 m di profondità.

In relazione a dette caratteristiche vengono normalmente date le seguenti indicazioni:

- **Caratteristiche BUONE:** necessità di indagini geologiche e geotecniche solo per edifici particolari per entità e/o distribuzione dei carichi.

- **Caratteristiche DISCRETE:** indagini geologiche e geotecniche specifiche consigliate tranne che per costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera - terreno.
- **Caratteristiche MEDIOCR:** indagini geologiche e geotecniche specifiche di norma necessarie tranne che per costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera - terreno.
- **Caratteristiche SCADENTI:** indagini geologiche e geotecniche specifiche sempre indispensabili tranne che, forse, per costruzioni di rilievo molto modesto in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera - terreno.
- **Caratteristiche PESSIME:** indagini geologiche e geotecniche specifiche sempre indispensabili, anche per costruzioni di rilievo molto modesto in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera - terreno.

13.2.2 Considerazioni conclusive

Scopi principali della carta della “Zonazione geologico-tecnica preliminare del sottosuolo” sono essenzialmente i seguenti:

- fornire un quadro generale che consenta più facilmente la comprensione della situazione geotecnica locale ai geologi o geotecnici chiamati a redigere la carta delle penalità ai fini edificatori richiesta dalla L.R. 61/85 per i nuovi PRG e la sensibilizzazione dei tecnici ed amministratori preposti ai pareri ed alle decisioni sulle modalità di edificabilità di manufatti pubblici e/o privati nell'ambito delle commissioni edilizie comunali;
- dare un primo tentativo di delimitazione delle aree nelle quali, in base all'art. A.2 del D.M. 11.3.1988, “nel caso di costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno, che ricadono in zone già note, la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo può essere ottenuta per mezzo della raccolta di notizie e dati sui quali possa responsabilmente essere basata la progettazione”.

Dall'esame di quanto esposto in precedenza risulta evidente il carattere puramente orientativo della zonazione geotecnica presentata, che mira a sensibilizzare i progettisti ad eseguire gli studi necessari per evitare il frequente sovra o sotto dimensionamento delle fondazioni, con i conseguenti inconvenienti da ciò derivanti.

L'esame della carta della "Zonazione geologico - tecnica preliminare del sottosuolo", alla scala 1:100.000 (Allegato 10), evidenzia una notevole diffusione nel territorio in esame delle classi di terreni con caratteristiche geomeccaniche complessivamente mediocri e (in minor misura) discrete.

Le caratteristiche geomeccaniche complessivamente scadenti sono pure piuttosto diffuse, soprattutto nella zona costiera della terraferma, quella cioè perilagunare, e nei terreni più recenti a sud della Riviera del Brenta, nonché nelle zone di riporto dei litorali.

Terreni con caratteristiche geomeccaniche complessivamente buone sono stati invece riscontrati nella fascia sabbiosa litorale, oltre che in qualche punto presso i centri abitati di Noale, Salzano e Spinea.

Terreni da considerare pessimi dal punto di vista geomeccanico sono stati individuati nelle aree palustri dell'isola di S. Erasmo, in una piccola zona perilagunare in comune di Mira (località Giare) e nelle molte cave e discariche disseminate nel territorio.

È da ricordare infine un aspetto geotecnico di notevole importanza, relativo all'area lagunare: si tratta del livello guida, denominato "caranto", ben descritto da molta letteratura.

Il "caranto" è identificabile con un orizzonte di sedimenti da limoso - argillosi ad argillosi di natura alluvionale che, in genere, chiude la serie tardo - pleistocenica. Si tratta di sedimenti ancora di origine continentale come la serie pleistocenica sottostante, da cui però si differenziano per alcune caratteristiche peculiari. In particolare, a causa di una prolungata emersione, questo orizzonte si presenta sovraconsolidato e ossidato, molto probabilmente per cause pedogenetiche che lo fanno qualificare come "paleosuolo".

Il "caranto" si presenta come un piastrone che tende ad affiorare in terraferma, dove appare

anche maggiormente consolidato, e si affossa gradualmente verso i litorali sotto una coltre olocenica di oltre 13 metri di spessore.

13.3 PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI

13.3.1 Generalità e cenni legislativi

La carta delle "Penalità ai fini edificatori", realizzata in questa sede alla scala 1:100.000 (Allegato 11), rappresenta, esclusivamente sotto il profilo geologico, l'attitudine dei terreni ad essere urbanizzati: secondo quanto previsto dal documento "Grafia e simbologia regionali unificate per la elaborazione degli strumenti urbanistici" - art. 104 Legge Regionale 2 maggio 1980 n. 40 (edita dal Dipartimento per l'urbanistica della Regione Veneto nel settembre 1983), la "Carta delle penalità ai fini edificatori" si pone come carta di sintesi che dà indicazioni sulle aree per le quali coincidono le attitudini, l'utilizzo reale e le destinazioni previste e quelle sulle quali esistono invece delle discordanze; su queste ultime va particolarmente indirizzata l'attenzione degli operatori in quanto per esse va ragionevolmente proposto un supplemento d'analisi.

Secondo il documento delle grafie la zona dovrà essere suddivisa in 5 classi di terreni (ottimo, buono, mediocre, scadente e pessimo) in base ad alcuni parametri riguardanti le caratteristiche geotecniche, la profondità della falda, la pendenza, il rischio di esondazioni (per altri territori, il pericolo di frane, valanghe), ecc.

Così il territorio viene suddiviso in classi di terreni a diverso grado di penalità in ordine ai suddetti parametri: ottimo, buono, mediocre, scadente e pessimo.

La carta fornisce un quadro generale che consente facilmente la comprensione della situazione geotecnica locale ai tecnici ed agli amministratori preposti ai pareri e alle decisioni sulle modalità di edificabilità di manufatti pubblici e/o privati nell'ambito della Commissione Edilizia Comunale.

Nell'area in esame e nell'ambito del presente studio, essa deriva principalmente dai contenuti

presenti nelle carte:

- “Zonazione geologico - tecnica preliminare del sottosuolo” (e quindi, indirettamente, deriva anche dalla carta dei “Sistemi litologici”);
- “Soggiacenza della falda freatica”²⁶ (elaborata nell’ambito dello studio sulla vulnerabilità degli acquiferi);
- “Rischio idraulico” (elaborata nell’ambito del Piano Territoriale Provinciale – PTP - e poi aggiornata²⁷ nel Piano Provinciale di Emergenza);
- “Permeabilità dei terreni superficiali” (già elaborata nel 1996 nell’ambito del PTP ed interamente rivista in questa sede sulla base della carta dei “Sistemi litologici”).

A questo punto si rende necessaria una considerazione: l’elaborazione di una carta delle penalità ai fini edificatori, per quanto la normativa tenti di inquadrarla in uno standard almeno regionale, con la variabilità territoriale che presenta il Veneto, assume necessariamente valori diversi a seconda della scala di elaborazione. Ad esempio, nel contesto regionale l’area lagunare, con particolare riferimento alle isole ma anche ai litorali, è da considerare pessima ai fini edificatori secondo i criteri regionali, così come probabilmente gran parte, se non tutto, il territorio provinciale dovrebbe essere perlomeno scadente in quanto sotto al livello mare e soggetto ad elevato rischio idraulico.

A livello provinciale vengono invece fatte suddivisioni diverse in ordine alle penalità ai fini edificatori, così come a livello comunale; ad esempio per il comune di Venezia è importante identificare le aree più facilmente urbanizzabili anche all’interno della laguna (vedi per esempio le isole di Murano, Burano, Mazzorbo, Lido, Pellestrina, ecc.).

13.3.2 Metodologia

Come già accennato nel paragrafo precedente,

²⁶ Autore: Pietro ZANGHERI (1999)

²⁷ Autori: Enrico MUSACCHIO e Chiara FASTELLI (1998).

per ottenere la carta delle “Penalità ai fini edificatori” si sono considerati i seguenti parametri²⁸:

- drenaggio in relazione alla permeabilità del suolo e alle condizioni morfologiche – CARTA DELLA PERMEABILITÀ
- profondità della superficie piezometrica della falda dal piano di campagna (soggiacenza) – CARTA DELLA SOGGIACENZA DELLA FALDA
- caratteristiche geomeccaniche del suolo e dell’immediato sottosuolo – CARTA DELLA ZONAZIONE GEOLOGICO - TECNICA PRELIMINARE DEL SOTTOSUOLO
- esondabilità – CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO
- presenza di dissesto geologico idraulico (aree a sofferenza idraulica, cave e discariche, paludi)

Come si può vedere la carta è stata costruita utilizzando dati già presenti nelle carte di analisi redatte in questa sede o nell’ambito di altri studi e considerando come parametro determinante per la classificazione il più penalizzante tra quelli considerati.

Le “Grafie unificate” classificano i terreni in modo qualitativo. Questo comporta un certo grado di soggettività nella valutazione della classe da attribuire ad un determinato terreno.

La legenda prevista dalle grafie unificate adattata alle caratteristiche del territorio in esame e i criteri utilizzati nella redazione della presente “Carta delle penalità ai fini edificatori” sono i seguenti:

TERRENO BUONO: vi sono limiti all’edificazione solo per edifici particolari

- medio drenaggio: terreni mediamente permeabili ($k > 10^{-4}$ cm/sec)
- soggiacenza della falda: maggiore di 4,0 m in fase di piena

²⁸ Il già citato documento sulle grafie prevederebbe anche l’analisi dei parametri franosità, valanghe, movimenti antichi ed attuali del terreno e pendenza. I primi quattro parametri non interessano ovviamente la provincia di Venezia a causa della sua morfologia prevalentemente pianeggiante, pertanto tali parametri non compaiono nella legenda della carta.

- discrete o buone caratteristiche geomeccaniche del suolo e dell'immediato sottosuolo e localmente ottime: sabbie e sabbie limose prevalenti
- remote possibilità di esondazione e allagamenti

TERRENO MEDIOCRE: l'edificazione è possibile ma richiede indagini geognostiche specifiche, verifiche di stabilità ed eventuali interventi di stabilizzazione preventivi

- basso drenaggio: terreni poco permeabili ($k = 10^{-4} - 10^{-6}$ cm/sec) e terreni praticamente impermeabili ($k < 10^{-6}$ cm/sec)
- soggiacenza della falda: tra 0,5/0,8 e 4,0 m in fase di piena
- mediocri caratteristiche geomeccaniche del suolo e dell'immediato sottosuolo e/o variabilità litologica: sabbie limose, limi sabbiosi, limo e argille più o meno consistenti anche in condizioni di variabilità stratigrafica
- relativamente bassa possibilità di esondazione e allagamenti (tempi di ritorno compresi tra 10 e 30 anni)

TERRENO SCADENTE: l'edificazione è sconsigliata ma possibile realizzando interventi correttivi specifici

- drenaggio impedito: zone a sofferenza idraulica
- frequenti condizioni di saturazione: aree con franco di bonifica insufficiente
- scadenti caratteristiche geomeccaniche del suolo e dell'immediato sottosuolo: argille prevalenti da poco consistenti a molli
- zone a rischio idraulico con T_r tra 1 e 10 anni

TERRENO PESSIMO: l'edificazione è sconsigliata per l'elevatissima penalizzazione

- drenaggio impedito con frequenti o continue condizioni di saturazione e/o allagamento: aree palustri, aree di cava allagate e golene
- pessime caratteristiche geomeccaniche: torbe e terreni organici nonché riempimenti di discariche
- aree di spiaggia soggette a mareggiate.

Le isole della laguna non sono state classificate in quanto adottando i criteri standard sopra descritti esse sarebbero da giudicare pessime. Vengono piuttosto affrontate a parte (in un paragrafo successivo) alcune delle problematiche nell'edificabilità nelle isole lagunari.

Poiché nel territorio provinciale vi sono sempre limiti all'edificabilità, e ciò per vari fattori, quali profondità della falda, caratteristiche geomeccaniche ed esondabilità, la classe di TERRENO OTTIMO, prevista dalla legenda generale delle grafie, non è stata descritta in quanto non compare mai nell'area studiata, come d'altronde avviene normalmente nella bassa Pianura Veneta.

13.3.3 Indicazioni tecniche

Come già osservato, il D.M. 11.03.88 prescrive l'obbligatorietà della Relazione Geologica e/o Geotecnica ma prevede che (con le motivazioni tecniche in essa contenute), le prove geognostiche possano essere omesse nel caso di "costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno" (TERRENI BUONI).

Al solo scopo di fornire qualche dato indicativo sulle indagini utili, si riportano le seguenti indicazioni sulle modalità di esecuzione delle indagini geognostiche nelle varie aree in cui è stato zonato il territorio da un punto di vista geologico-tecnico:

TERRENI MEDIOCRI

Di norma sono necessarie indagini geologiche e geotecniche specifiche tranne che per costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno (se non sono edifici pubblici o aperti al pubblico); anche in questo caso è però sempre opportuno eseguire, pure per le costruzioni modeste, almeno le indagini di tipo speditivo, condotte cioè, ad esempio, con escavatore o trivella fino ad esplorare i primi 4 - 6 metri dal piano di campagna ed eseguendovi prove geotecniche speditive (cioè con pocket penetrometer o con vane test tascabile) onde cautelarsi da possibili situazioni particolari locali.

TERRENI SCADENTI

Le indagini geologiche e geotecniche specifiche sono sempre indispensabili: sebbene le condizioni naturali relative ai primi metri siano sostanzialmente sfavorevoli all'edificazione possono verificarsi localmente situazioni migliori; inoltre possono essere presi in considerazione accorgimenti tecnici costruttivi (fondazioni profonde, drenaggi, miglioramenti della rete idraulica, ecc.) che, pur essendo più costosi, possono risultare convenienti in un'ottica più globale di costi/benefici.

TERRENI PESSIMI

Le indagini geologiche e geotecniche specifiche sono sempre indispensabili. Si consiglia però di precludere qualsiasi intervento edificatorio.

13.3.4 Considerazioni conclusive

L'esame della carta delle "Penalità ai fini edificatori" in scala 1:100.000 (Allegato 11) evidenzia una notevole diffusione dei terreni scadenti e mediocri. Rare sono le zone con terreni buoni, localizzati nella zona litorale.

Come si può notare dal confronto con la tavola in allegato 10, i fattori penalizzanti introdotti con la soggiacenza della falda e con il rischio idraulico rivestono una notevole importanza in quest'area di bassa pianura costiera. Ciò è ancora più evidente nella fascia litorale dove terreni buoni dal punto di vista geomeccanico scendono spesso nella classe mediocre o scadente per problemi di falda o di rischio idraulico.

Infine, terreni pessimi sono presenti, oltre che nelle zone di cava e discarica, anche nelle zone di spiaggia, dove viene preclusa ogni tipo di urbanizzazione.

La carta fornisce una prima delimitazione delle aree nelle quali, in base all'art. A.2 del D.M. 11.3.1988, <<nel caso di costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno, che ricadono in zone già note, la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo può essere ottenuta per mezzo della raccolta di notizie e dati sui quali possa responsabilmente essere basata la progettazione>>; nel territorio in esame, si tratta delle zone con terreni classificati buoni,

ma per il solo caso di edifici di modesta entità (per es. costruzioni fino a due piani fuori terra) e comunque non certamente per edifici pubblici o aperti al pubblico.

La carta non può assolutamente sostituire gli studi di dettaglio, per esempio per le nuove costruzioni e per le reti fognarie o stradali, come risulta evidente sia dalla scala utilizzata sia considerando la non omogenea distribuzione dei dati geologico-tecnici utilizzati.

La carta, se correttamente utilizzata, potrà avere un'utilità anche economica assai importante perché può consentire, dimensionando gli studi di dettaglio, la riduzione delle notevoli spese che oggi vengono fatte per sovra o sotto dimensionamento delle opere di fondazione;

La zonazione non corrisponde a dei vincoli; essa nelle scelte di Piano dovrà essere attentamente tenuta presente particolarmente in rapporto a:

- il maggior costo dell'edificabilità nelle aree classificate in classi geologico-tecniche peggiori;
- il maggior dettaglio nelle indagini geognostiche da eseguirsi, a norma del D.M. 11.03.88, nelle aree classificate in classi geologico-tecniche peggiori;
- il rischio naturale che può essere connesso con l'edificazione in aree classificate scadenti e pessime.

La carta può risultare utile, inoltre, nella fase di stesura del nuovo regolamento edilizio comunale relativamente alla parte riguardante le prove geognostiche.

La zonazione effettuata può modificarsi in presenza di interventi antropici quali:

- interventi "correttivi" di natura idraulica che diminuiscano l'esondabilità e la sofferenza idraulica di un'area
- interventi che modifichino le caratteristiche della falda.

La carta considera solo penalità di tipo geologico ai fini edificatori senza alcuna considerazione di tipo pedo-agronomico.

Le informazioni contenute in questa carta e nelle altre tavole descritte nei capitoli precedenti possono risultare utili non solo per l'edificabilità dei suoli ma anche per diverse problematiche geologico-ambientali.

14. PROBLEMATICHE DELL'AREA LAGUNARE

Come già accennato, ormai da secoli la laguna di Venezia è un ecosistema in equilibrio instabile, con un numero di componenti in gioco molto elevato. Per questo le problematiche che la riguardano sono molte e, data la sua importanza ambientale, economica, artistica, storica e culturale, da tempo vengono presi particolarissimi e costosi accorgimenti attraverso l'emanazione di leggi speciali e l'attribuzione di speciali competenze.

Le principali problematiche relative all'area lagunare sono sinteticamente le seguenti:

- Subsidenza
- Dinamica delle acque e inondazioni
- Inquinamento
- Degrado delle murature
- Morfologia lagunare
- Erosione litorale

Si rimanda ai numerosi studi editi e inediti del Consorzio Venezia Nuova e di altri Enti per un approfondimento di queste problematiche e per la visione dei progetti in corso di realizzazione (molti dei quali sono ormai noti, quali gli interventi sui litorali, le opere mobili sulle bocche di porto, ecc.), con relative valutazioni d'impatto ambientale.

In questa sede si espongono soltanto alcune problematiche di tipo geologico - ambientale di carattere generale.

14.1 Marea

Le escursioni del livello d'acqua registrate a Venezia (Punta della Salute) sono tra le più alte dell'Adriatico e dell'intero Mediterraneo. L'oscillazione di marea varia in genere tra 30 e 110 cm ed è normalmente intorno a 55 cm.

Le maree sono generalmente di tipo semidiurno: nelle 24 ore si registrano due valori di alta marea e due di bassa marea.

Nel periodo di novilunio o plenilunio (sizigie) le maree presentano le massime ampiezze e la

massima regolarità; al contrario, nei periodi di primo e ultimo quarto di luna (quadrature) alcune maree si presentano con una sola alta ed una sola bassa nelle 24 ore, risultando meno ampie e meno regolari.

Le quote di marea vengono convenzionalmente riferite ad un livello significativo per i centri lagunari, il cosiddetto l.m.m 1897 (Punta della Salute in bacino di S. Marco)²⁹, considerato fisso, nonostante i fenomeni di subsidenza.

Le quote di marea in bacino di S. Marco non sono le stesse registrate alla medesima ora in altre località della laguna: l'onda di marea subisce (in generale) un ritardo ed un'attenuazione progressivi nell'avanzare dalle bocche alle località più interne.

Pur sapendo che la curva di marea sarà diversa in ampiezza e, leggermente, nella forma, si può dare un tempo di ritardo medio per le varie località³⁰:

- Estremità diga Lido
-1 ora
- Chioggia (Vigo)
-35 minuti
- Alberoni (Faro Rocchetta)
-28 minuti
- S. Nicolò di Lido (Chiesa)
-20 minuti
- S. Leonardo (Canale Melison)
+12 minuti
- Treporti
+17 minuti

²⁹ Il livello medio del mare si trova a circa +23 cm sullo zero della Punta della Salute.

³⁰ COMUNE DI VENEZIA (Centro Previsioni Marea), PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI (Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali - Ufficio Idrografico e Mareografico Venezia), CNR (Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse Venezia) "Previsioni delle altezze di marea per il bacino di San Marco e della velocità di corrente per il Canal Porto di Lido - Laguna di Venezia" - Venezia, 1997.

- Torcello
+22 minuti
- Isola della Salina (S. Felice)
+1 ora e 30 minuti

I tempi negativi indicano anticipi rispetto al bacino di S. Marco; quelli positivi indicano ritardo.

Tra il 1923 e il 1996 l'altezza massima di marea registrata alla Punta della Salute è di +1,94 m (4 novembre 1966); quella minima è di -1,21 m (14 febbraio 1934). L'escursione massima di marea registrata è stata quindi di 3,15 m. L'ampiezza massima di marea dalla alta alla bassa è stata registrata il 28 gennaio 1948 e il 28 dicembre 1970 (1,63 m); viceversa, la massima ampiezza dalla bassa alla alta marea è stata registrata il 23 e 24 febbraio 1928 e il 25 gennaio 1966 (1,46 m).

14.2 Subsidenza

Nell'area veneziana è presente una subsidenza naturale dovuta principalmente al consolidamento dei sedimenti fini di recente deposito; in misura decisamente inferiore contribuiscono le deformazioni tettoniche del substrato.

La subsidenza del bacino lagunare e dei territori circostanti si è esplicata in modo differenziale nel tempo e nello spazio, in relazione ai diversi eventi deposizionali succedutesi, ai complessi fenomeni di collasso dei sedimenti fini avvenuti con la sostituzione delle originarie acque interstiziali dulcicole con quelle saline e, in tempi più recenti, con l'intervento antropico.

La subsidenza di Venezia, pur essendo attiva da sempre nel territorio, è diventato uno dei più gravi problemi ambientali dagli anni cinquanta, in concomitanza al ripetersi anomalo di eventi di acqua alta. Era chiaro, come peraltro suggerito dalla casistica mondiale, che la causa prima del fenomeno era di origine antropica: l'abbassamento naturale aveva avuto un impulso notevole a causa dell'estrazione intensiva di acque sotterranee.

Dagli studi consultati³¹ emerge che il tasso

medio di abbassamento naturale è stato calcolato per Venezia ed il suo entroterra pari a 0,4 mm/anno (Gatto e Carbognin, 1981). Questo processo naturale è stato accelerato dallo sfruttamento delle acque artesiane iniziato dal 1930, divenuto intensivo dagli inizi degli anni cinquanta e terminato con gli anni settanta.

I sei acquiferi progressivamente emunti subirono le massime depressurizzazioni a partire dagli anni cinquanta ed alla fine degli anni sessanta il calo piezometrico medio fu di circa 2 atmosfere. Il cono di depressione aveva il suo apice nell'area industriale e coinvolgeva asimmetricamente il centro storico.

La depressurizzazione indotta negli acquiferi accelerò il naturale processo di consolidazione dei diaframmi argillosi provocando quindi una subsidenza che raggiunse i valori massimi a Marghera ma che fu altrettanto grave a Venezia malgrado i minori cali piezometrici qui registrati (CARBOGNIN *et al.*, 1981).

In sintesi dal 1952 (livellazione di riferimento) al 1970 il suolo risultava mediamente abbassato di 14 cm a Marghera e di oltre 10 cm a Venezia. Questo abbassamento, modesto in valore assoluto, causò però notevoli preoccupazioni data la già precaria altimetria della città lagunare sul livello del mare.

Dopo il 1970 iniziò una fase di regolamentazione e diversificazione degli approvvigionamenti idrici. La ripresa piezometrica fu generale e relativamente rapida. Parallelamente alla ripressurizzazione delle falde la subsidenza rallentò progressivamente fino ad annullarsi (livellazione del 1973) e nel 1975 si registrò un esiguo ma significativo recupero altimetrico che nel centro storico fu di circa 2 cm. Questo fenomeno, denominato *rebound*, dell'ordine del 20% della deformazione totale subita dal sistema, rappresenta la risposta elastica dei sedimenti fini ripressurizzati.

Nel 1993, nell'ambito del "Progetto Sistema Lagunare Veneziano" è stata condotta una livel-

³¹ La pubblicazione maggiormente utilizzata in questa sede è: BASSAN V., CARBOGNIN L., D'AMBROSI F., GOBBO L., RIZZETTO C., SCHIAVON E., SCORTEGAGNA U., TOSI L., VITTURI A., ZANGHERI P. - «*Problematiche*

geoambientali del territorio veneziano» - nell'ambito del congresso Geologia delle Grandi Aree Urbane - Bologna 1997; essa contiene una sintesi dei numerosi studi esistenti in bibliografia.

lazione di alta precisione che, seguendo le linee Treviso - Mestre - Venezia - centro storico – circumlagunare, ha effettuato lo stesso percorso della livellazione CNR 1973, l'ultima ad avere coperto l'intero comprensorio³².

L'analisi comparata di questi due rilievi geodetici mostra l'evoluzione altimetrica del comprensorio veneziano negli ultimi vent'anni (CARBOGNIN e TOSI, 1995) permettendo la valutazione in modo più completo della subsidenza naturale dal momento che dagli anni '70 non è più attiva la componente dovuta agli emungimenti intensivi di acque artesiane.

Il confronto dei risultati della livellazione 1993 con quelli dell'analogo rilievo 1973 ha evidenziato una ideale "linea di demarcazione" che separa due zone a differente tendenza: la prima include le aree di terraferma e quelle di gronda lagunare ad essa più prossime nonché la stessa città di Venezia che possono ritenersi stabili (*range* di abbassamento da positivo a -0,5 mm/anno), la seconda comprende le zone ai bordi lagunari Sud e Nord e i litorali in cui è attiva una subsidenza differenziale (subsidenza media 1,4 mm/anno).

In generale i tassi di subsidenza vanno aumentando procedendo da Mestre verso le estremità lagunari Sud e Nord con valori massimi localizzati in corrispondenza delle vecchie aree deltizie di Sile e Piave a Nord e Adige e Brenta a Sud, interessate dalle bonifiche in quest'ultimo secolo.

Benché i tassi di subsidenza relativi al periodo '73-'93 non siano paragonabili per gravità a quelli del precedente ventennio critico ('50-'70), in questa zona l'abbassamento del suolo non è affatto trascurabile sia per la precarietà di alcuni tratti litoranei sia per la già critica situazione altimetrica delle aree di bonifica che generalmente presentano quote altimetriche del piano campagna inferiori al livello medio mare e necessitano di impianti di sollevamento meccanico (idrovo-

re) per lo smaltimento delle acque in laguna o nei canali principali.

È stato recentemente ultimato e pubblicato uno studio sulla subsidenza e l'intrusione salina denominato "Progetto ISES"³³ di cui la Provincia di Venezia è stata promotrice tra gli Enti finanziatori. Lo studio interessa la parte meridionale delle Province di Venezia e Padova ed una parte del territorio comunale di Campagna Lupia. In questa sede è stata realizzata una rete di 522 km con 568 tra capisaldi e centrini GPS coordinata con la linea di livellazione circumlagunare realizzata dal Magistrato alle Acque - Consorzio Venezia Nuova (Figg. 14 e 15). Entrambe sono appoggiate sia al caposaldo di Montegrotto (nei Colli Euganei) sia a quello di Rua di Feletto (TV). Per ogni caposaldo è stata realizzata una monografia.

Attualmente ne è prevista la prosecuzione nel Sandonatese (Cavallino incluso) e Portogruarese (Progetto IRMA).

14.3 Intrusione salina

Il problema dell'intrusione salina è stato recentemente affrontato con il già citato "Progetto ISES": sono stati eseguiti sondaggi elettrici verticali (SEV), analisi speditive su acque sotterranee (pozzi) e superficiali ed uno studio stratigrafico. Il "Progetto ISES" riguarda però solo marginalmente l'area in studio (zona di Campagna Lupia).

L'intrusione di acqua salata è un fenomeno che avviene spontaneamente negli acquiferi costieri e generalmente interessa l'entroterra per qualche chilometro. Nel caso della laguna di Venezia l'intrusione marina nei terreni superficiali coinvolge tutta l'area di gronda lagunare espandendosi verso l'entroterra da qualche centinaio di metri a qualche chilometro, raramente oltre una decina di chilometri (settore settentrionale e meridionale)³⁴.

³² La livellazione 1993 è stata curata dal CNR, Linea di Ricerca 2.7 "Modellistica della Subsidenza Veneziana", responsabile L. CARBOGNIN.

³³ "Il progetto ISES per l'analisi dei processi di intrusione salina e subsidenza nei territori meridionali delle province di Padova e Venezia" (L. CARBOGNIN, L. TOSI, 2003).

³⁴ Anche in questo caso la pubblicazione maggiormente utilizzata in questa sede è: BASSAN V., CARBOGNIN L.,

Rete di livellazione

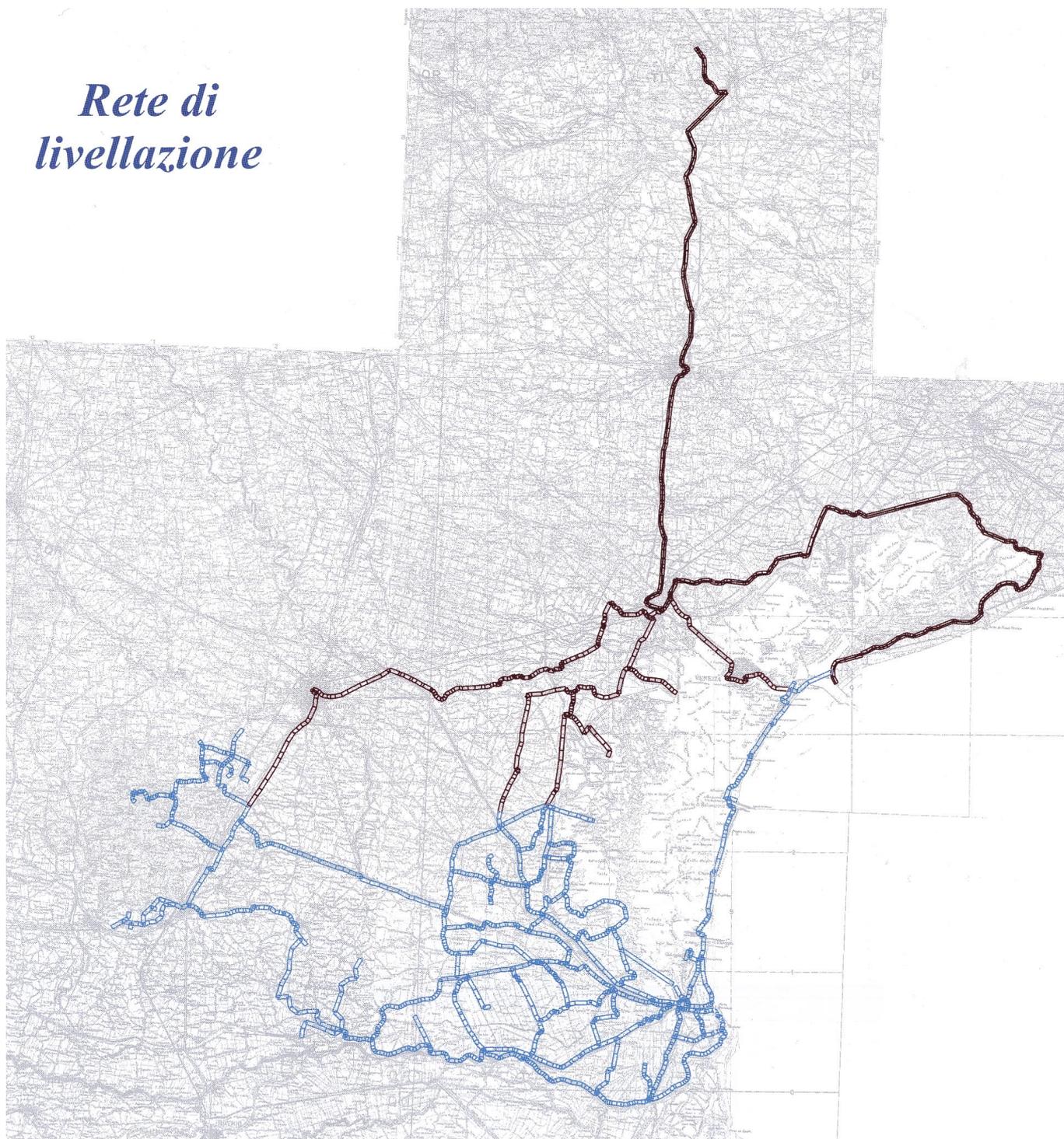
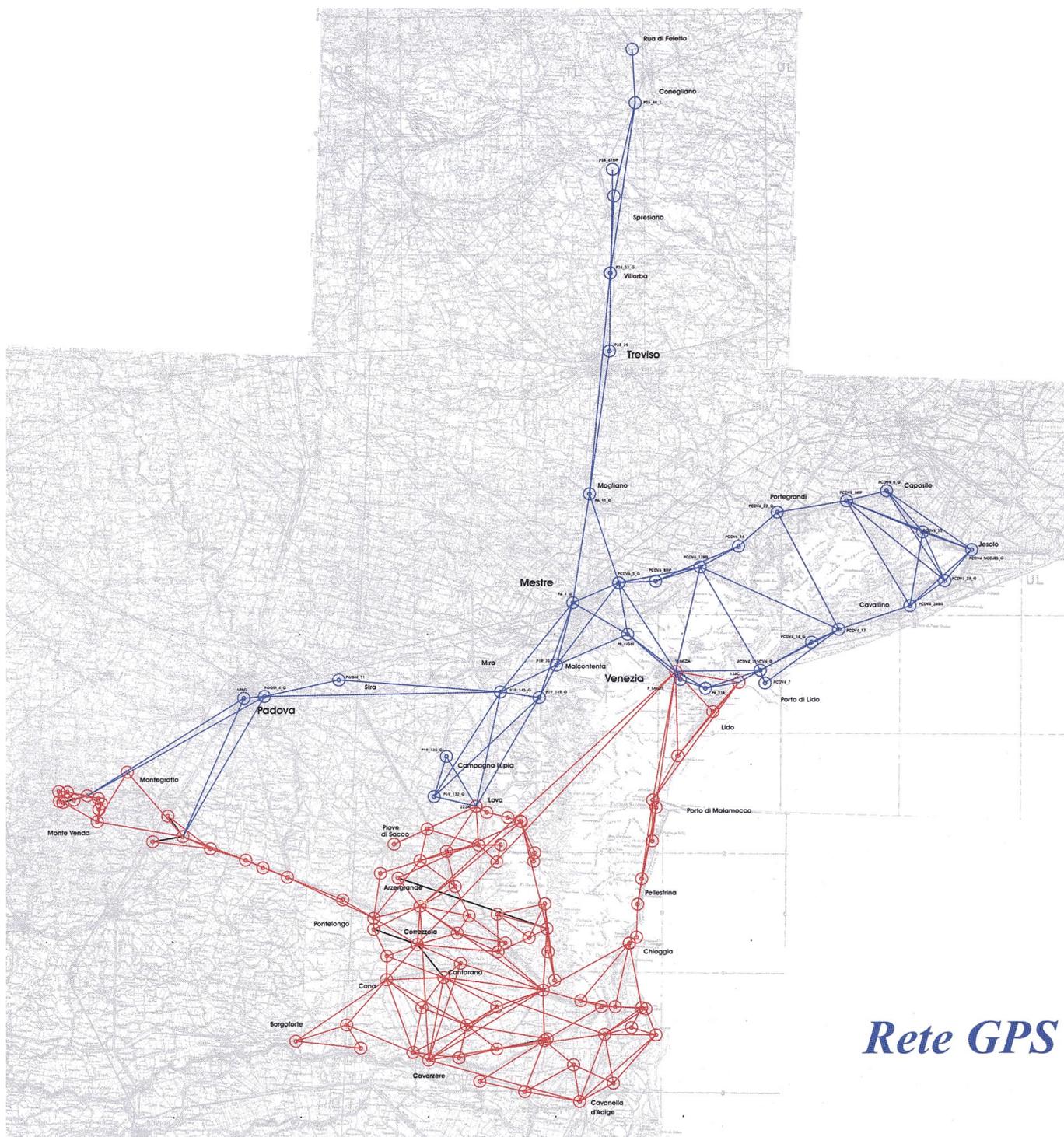


Fig. 14 - Rete di livellazione ISES

D'AMBROSIO F., GOBBO L., RIZZETTO C., SCHIAVON E.,
SCORTEGAGNA U., TOSI L., VITTURI A., ZANGHERI
P. - «Problematiche geoambientali del territorio veneziano» -

nell'ambito del congresso Geologia delle Grandi Aree Urbane
- Bologna 1997; essa contiene una sintesi degli studi esistenti
in bibliografia.



Rete GPS

Fig. 15 - Rete GPS ISES

L'intrusione salina anche se non è particolarmente estesa in termini spaziali comporta notevoli problemi ambientali in prossimità dei margini lagunari ove è sviluppata una intensa

attività agricola (entroterra) e orticola (litorali di Chioggia e Cavallino e isole di S. Erasmo e Vignole) che necessita, a seconda delle coltivazioni, una determinata qualità dell'acqua di imbibizione dei

terreni e di quella di irrigazione qui non sempre disponibile.

La salinizzazione delle falde nelle aree perilagunari dell'entroterra è principalmente dovuta all'intrusione di acqua dal mare e dalla laguna, talora seguendo vie preferenziali di deflusso sotterraneo (paleoalvei), spesso favorita dall'altimetria del terreno nelle aree di bonifica che è anche di 2-3 metri inferiore al livello medio mare, ma avviene anche per dispersione dai fiumi e dai canali in condizioni di magra e/o di marea crescente o quando l'acqua marina risale e si insinua sotto quella fluviale.

L'intrusione salina coinvolge, anche se con modalità diverse, oltre i terreni superficiali anche quelli profondi. Infatti mentre i primi (fino a 70-100 m) sono soggetti all'intrusione di acqua marina e lagunare, quelli profondi (sotto 400 m) risentono del richiamo laterale o della risalita verticale di acque fossili.

L'approvvigionamento idrico per uso irriguo nelle zone soggette ad intrusione salina è nella maggior parte fornito dalle acque dei canali;

tali canali, in alcuni casi, sono sfruttabili solo in condizioni di marea calante in quanto con alte maree risultano contaminati dall'acqua marina. In occasione dei periodi secchi per alcune aree del comprensorio l'irrigazione mediante canali si rivela insufficiente.

Una possibile integrazione all'irrigazione, che invece viene comunemente adottata nelle aree orticole litorali e, in minor misura, in alcune isole lagunari coltivate, è data dallo sfruttamento di acque dolci sotterranee.

È importante in questo caso che non si verifichino eccessivi emungimenti che potrebbero incrementare l'intrusione salina per richiamo laterale e verticale dell'acqua salmastra. Ciò potrebbe inoltre incrementare la subsidenza in atto: essa infatti, oltre ad essere attualmente causata dalla naturale consolidazione dei terreni di recente deposizione, potrebbe accentuarsi sia in concomitanza di probabili cali piezometrici, sia per la sostituzione delle acque salmastre a quelle dulcicole negli interstizi dei sedimenti fini, con conseguente destrutturazione e collasso degli stessi.

15. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nella “*Premessa*” abbiamo indicato gli obiettivi che ci siamo posti realizzando il presente studio: si tratta di uno studio che, pur rispettando uno standard scientifico di base, ha essenzialmente lo scopo di fornire in modo abbastanza divulgativo una serie di informazioni di carattere soprattutto geologico sull’ambiente del territorio in esame.

Partendo dalla conoscenza geologica di base, rappresentata nella carta dei “*Sistemi litologici*” ed appositamente rilevata, si è passati a rappresentare alcuni tematismi d’interesse pratico nel campo dell’attività estrattiva, della pianificazione territoriale, ecc.

La cartografia suddetta è per molti aspetti una novità, in quanto rappresenta per la prima volta i terreni dell’area come sono più facilmente percepibili soprattutto agli agricoltori, e consente ad essi, ai professionisti di varia estrazione, al mondo degli studi e della cultura e, soprattutto, agli amministratori di buona volontà di conoscere il territorio, che è la base per il suo corretto governo in un’ottica di sviluppo sostenibile.

Riteniamo che il metodo di lavoro utilizzato, complessivamente messo a punto da uno degli autori già all’inizio degli anni ’80 del secolo scorso, sia tuttora sostanzialmente valido, sempre però con l’avvertenza che nello studio sono inquadrati i problemi generali, mentre per quelli di maggior dettaglio (come per la scala comunale) resterà sempre necessario un approfondimento specifico in ragione degli obiettivi posti.

Con questo studio sostanzialmente si conclude l’acquisizione di tali conoscenze su tutto il territorio provinciale, e si auspica che, con alcuni aggiornamenti ed integrazioni per le aree rilevate in tempi più lontani (quando mancava, ad esempio, la carta tecnica regionale, utilissima base per ubicare al meglio i rilevamenti sul terreno, e la fotointerpretazione geologica non aveva ancora raggiunto il dettaglio che i progressi della tecnica ora consentono), si possa prossimamente realizzare una pubblicazione unitaria su tutto il territorio provinciale, con ciò ultimando di fatto quanto l’illustre Prof. Alvise COMEL aveva iniziato nella prima metà del secolo scorso.

BIBLIOGRAFIA PRINCIPALE

ALBANI A., FAVERO V., SERANDREI BARBIERO R. “*Apparati intertidali della laguna di Venezia*” - Convegno di studi “*Laguna, fiumi, lidi: cinque secoli di gestione delle acque nelle Venezia*”, Memoria II, Venezia (1983).

ALBEROTANZA L., SERANDREI BARBERO R., FAVERO V. “*I sedimenti olocenici della laguna di Venezia (bacino settentrionale)*” – Boll. Soc. Geol. It. n° 96 (1977).

AA. VV. “*Ripristino, conservazione ed uso dell'ecosistema lagunare veneziano*” - Comune di Venezia (1984).

AA. VV. “*Un parco nella Laguna di Venezia*” - Arsenale Ed., Venezia (1985).

AA. VV. “*Otto fiumi del Veneto*” - La Nuova Venezia (1986).

AA. VV. “*Il territorio dell'ecosistema della Laguna di Venezia*” - Consorzio Venezia Nuova, Venezia (1992).

AA. VV. “*The morphological restoration of the Venice Lagoon*” - Ministry of Public Works – Water Authority of Venice - Concessionary -Consorzio Venezia Nuova– Venezia (1996).

AA. VV. “*Previsioni delle altezze di marea per il bacino di San Marco e della velocità di corrente per il Canal Porto di Lido – Laguna di Venezia*” - Comune di Venezia (Centro Previsioni Maree), Presidenza del Consiglio dei Ministri (Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali – Ufficio Idrografico e Mareografico Venezia), CNR (Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse Venezia), Venezia (1997).

AA. VV. “*Le attività di salvaguardia di Venezia e della sua laguna*” - Consorzio Venezia Nuova, Con-

cessionario del Ministero dei Lavori Pubblici – Magistrato alle Acque di Venezia, Venezia (1997).

BARILLARI A. “*Distribuzione dei sedimenti superficiali nel bacino meridionale della laguna di Venezia*” - Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, tomo CXXXIX, Venezia (1981).

BARILLARI A. “*Caratteristiche dei fondali della valle di Brenta (bacino meridionale della laguna di Venezia)*” - Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, estratto da “*Rapporti e studi*”, Vol. XI, Venezia (1987).

BASSAN V., VITTURI A. “*Metodo e risultati della ricerca di aree favorevolmente indiziate per il reperimento di materiali di cava in un'area di bassa pianura. L'esempio dell'area meridionale della Provincia di Venezia*” - Atti Eurocave '92, Saint Vincent (AO) (1992).

BASSAN V., VIANELLO G., VITTURI A. “*Metodi e risultati preliminari per la realizzazione delle carte dei sistemi litologici e geopedologica della provincia di Venezia, parte meridionale*” - Atti XXVIII Convegno Naz. Ass. It. Cartografia, Fabriano (AN) (1992).

BASSAN V., VITTURI A. “*Lo studio geologico-ambientale del territorio provinciale di Venezia, parte meridionale*” – Atti XXIX Convegno Naz. Ass. It. Cartografia, Pavia (1993).

BASSAN V., FAVERO V., VIANELLO G., VITTURI A. “*Studio geoambientale e geopedologico del territorio provinciale di Venezia, parte meridionale*” – Provincia di Venezia (1994).

BASSAN V., GOBBO L., MUSACCHIO E., VITTURI A., ZANGHERI P. “*Georisorse e rischi naturali nella provincia di Venezia: obiettivi, metodi e risultati di un'analisi geologico - ambientale*”

- Atti IX° Congresso Naz. Geologi su *“Dalla ricerca alle applicazioni. Risorse e sviluppo: prospettive per il XXI secolo. Le risposte delle Scienze della Terra”*, Roma (1997).
- BASSAN V., CARBOGNIN L., D’AMBROSI F., GOBBO L., RIZZETTO C., SCHIAVON E., SCORTEGAGNA U., TOSI L., VITTURI A., ZANGHERI P. – *“Problematiche geoambientali del territorio veneziano”* - Congresso *“Geologia delle Grandi Aree Urbane”*, Bologna (1997).
- BASSAN V. *“Relazione geologica delle isole lagunari”* – Comune di Venezia – Estratto dal P.R.G. di Venezia (1997).
- BASSAN V. *“Piano Territoriale Provinciale di Venezia – Studio geologico per la versione definitiva del Piano”* – Provincia di Venezia - Inedito (1998).
- BASSAN V., VITTURI A. *“Lo studio geoambientale della provincia di Venezia, parte centrale”* - Atti del *“4th European Congress on Regional geoscientific Cartography and Information Systems”* (Sessione Poster), Bologna (2003).
- BONARDI M., TOSI L., CALLIARI I. *“Studio granulometrico mediante Image Analysis (I.A.) delle sabbie tardo quaternarie del cordone litoraneo della laguna di Venezia”* – C.N.R. Progetto Sistema Lagunare, Venezia (1994).
- BONARDI M., TOSI L. - *“Caratterizzazione e differenziazione mineralogica dei livelli sabbiosi tardo-quaternari del litorale veneziano”* – Il Quaternario, 8 (2) (1995).
- BONARDI M., TOSI L. *“Evidence of climatic variation in upper pleistocene and holocene sediments from the lagoon of Venice (Italy) and the Yellow Sea (China)”* – Estratto da *“World Resource Review”*, Vol. 9 (1997).
- BONATTI E. *“Late-Pleistocene and postglacial stratigraphy of a sediment core from the lagoon of Venice (Italy)”* – University of Miami (1967).
- BONDESAN A., CAVALLIN A., FLORIS B. *“La carta geomorfologica della Pianura Padana e la sua applicazione alla carta della vulnerabilità regionale degli acquiferi: criteri tecnici e metodologici”* - Bollettino A.I.C., n. 84, Bologna (1992).
- BONDESAN A., CALDERONI G., MOZZI P. *“L’assetto geomorfologico della Pianura Veneta Centro – Orientale: stato delle conoscenze e nuovi dati”* – estratto da *“Scritti in ricordo di Giovanna Brunetta”* – Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Geografia <<Giuseppe Morandini>>, Padova (2002).
- BORELLA G. *et al.* *“Piove di Sacco. Quaderno d’immagini, segni e percorsi”* - Cassa Rurale ed Artigiana di Piove di Sacco, Padova (1984).
- BORTOLAMI G., CARBOGNIN L., GATTO P. *“Natural subsidence in the lagoon of Venice”* - In *“Land subsidence”* - IAHS n. 151, Proc. 3rd Int. Symp. on Land Subsidence (1984).
- BRAMBATI A. *et al.* *“Carta sedimentologica dell’Adriatico settentrionale”* - De Agostini, Novara (1988).
- BRAMBATI A. *et al.* *“Carta sedimentologica dell’Adriatico settentrionale e centrale”* - Bollettino A.I.C. n° 78, Bologna (1990).
- BRUNELLO L. *“Antica idrografia della terraferma veneziana”* - Mestre (1968) – ristampa *“Centro studi storici Mestre”* - Quaderno di studi e notizie (1993).
- CACCIAVILLANI I., ZECCHIN F., GROSSI T. *“Tra Brenta e Saccisica – Storia e architettura in un’area del veneziano”* – Cassa Rurale e Artigiana di Boion (1986).
- CALLIGARO M. *et al.* (Working Group appointed as part of procedure for assessing the environmental impact of the mobile barriers at the lagoon entrances) *“Current organisational state of the city – Definition of risks of flood tides to the city of Venice”* – Venice City Council, Venice (1996).

- CARBOGNIN L., GATTO P., MOZZI G. *“La riduzione altimetrica del territorio veneziano e le sue cause”* – Venezia (1981).
- CARBOGNIN L., TOSI L. *“Situazione altimetrica attuale del comprensorio veneziano e i suoi riflessi sull’ambiente lagunare”* – Estratto da *“Geologia Applicata e Idrogeologia”*, Vol. XXX, p. I (1995).
- CARBOGNIN L., CECCONI G. *“The Lagoon of Venice. Environment. Problems. Remedial Measures”* – Venice (1997).
- CARBOGNIN L., TOSI L. *“Il progetto ISES per l’analisi dei processi di intrusione salina e subsidenza nei territori meridionali delle province di Padova e Venezia”* – C.N.R., Città di Chioggia, Consorzio di Bonifica Adige Bacchiglione, Consorzio di Bonifica Bacchiglione Brenta, Consorzio di Bonifica Delta Po Adige, Magistrato alle Acque per la Laguna di Venezia, Provincia di Padova, Provincia di Venezia (2003).
- CASTIGLIONI G.B. *“Questioni aperte circa l’antico corso del Brenta nei pressi di Padova”* - Atti e Memorie Accademia Patavina di Scienze, Lettere e Arti, XCIV, p. III, Padova (1982).
- CASTIGLIONI G.B. *“Abbozzo di una carta dell’antica idrografia nella pianura tra Vicenza e Padova”* - Scritti geografici in onore di Aldo Sestini. Soc. Studi geografici, Firenze (1982).
- CASTIGLIONI G.B. *et al.* *“Criteri informativi del progetto di una carta geomorfologica della Pianura Padana”* - Materiali del Dip. di Geografia, Università di Padova (1986).
- CASTIGLIONI G.B., GIRARDI A., RODOLFI G. *“Le tracce degli antichi percorsi del Brenta per Montà e Arcella nei pressi di Padova: studio geomorfologico”* - Mem. Scienze Geol., XXXIX, Padova (1987).
- CASTIGLIONI G.B., FAVERO V. *“Linee di costa antiche ai margini orientali della laguna di Venezia e ai lati della foce attuale del Piave”* – Estratto da *“Rapporti e studi”* - Vol. X – Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, Venezia (1987).
- CASTIGLIONI G.B. *et al.* *“Carta geomorfologica della Pianura Padana – Scala 1:250.000”* – Ministero dell’Università e della Ricerca Scientifica e Tecnologica (1997).
- COLOMBO P. *“Il sottosuolo ed i problemi geotecnici di Venezia, Mestre e Marghera”* – Atti del Convegno di Geotecnica (1967).
- COMEL A. *“Scavi archeologici di Torcello – Anno 1961 – Caratteristiche chimico-pedologiche dei livelli esplorati”* – Estratto da *“Memorie di Biogeografia Adriatica – Vol. VI”* - Istituto di studi adriatici - Venezia - Padova (1964).
- COMEL A. *“I terreni agrari compresi nella tavoletta I.G.M. Iesolo”* – Nuovi studi della Stazione chimico – agraria sperimentale di Udine - Pubbl. n. 38 – Udine (1961).
- COMEL A. *“Caratteristiche chimico-pedologiche dei livelli esplorati durante gli scavi archeologici eseguiti a Torcello nel 1961”* – Estratto dal *“Bollettino di Storia della Società e dello Stato”* - IV - Venezia (1962).
- COMEL A. *“I terreni agrari compresi nella tavoletta I.G.M. Tre Porti”* – Nuovi studi della Stazione chimico – agraria sperimentale di Udine - Pubbl. n. 56 – Udine (1963).
- COMEL A. *“I terreni agrari compresi nella tavoletta I.G.M. Quarto d’Altino”* – Nuovi studi della Stazione chimico – agraria sperimentale di Udine - Pubbl. n. 67 – Udine (1964).
- COMEL A. *“I terreni agrari dell’alta pianura veneta, compresi nei fogli Bassano del Grappa e Schio”* – Nuovi studi della Stazione chimico – agraria sperimentale di Udine - Pubbl. n. 73 – Udine (1965).
- COMEL A. *“I terreni agrari compresi nella tavoletta I.G.M. Mogliano Veneto”* – Nuovi studi della Stazione chimico – agraria sperimentale di Udine

- Pubbl. n. 100 – Udine (1968/a).

COMEL A. “*Ricerche geoagronomiche sui terreni situati in tavoletta I.G.M. Scorzè*” – Nuovi studi della Stazione chimico – agraria sperimentale di Udine - Pubbl. n. 101– Udine (1968/b).

COMEL A. “*Interpretazione geoagronomica del contenuto in calcare dei terreni situati in tavoletta I.G.M. Mirano*” – Nuovi studi della Stazione chimico – agraria sperimentale di Udine” - Pubbl. n. 102 – Udine (1968/c).

COMEL A. “*Studio comparativo delle caratteristiche chimico-litologiche delle sabbie del litorale veneto fra Trieste e Venezia*” – Estratto da “Nuovi studi della Stazione chimico – agraria sperimentale di Udine” - Pubbl. n. 110 – Udine (1969).

COMEL A., VITTURI A. *et al.* “*Studio geopedologico ed agronomico del territorio provinciale di Venezia, parte nord-orientale*” – Provincia di Venezia (1983).

CROCE D. *et al.* «*Carta delle sedi abitate delle Venezia colpite dall'alluvione del novembre 1966*» - Ministero della Pubblica Istruzione e C.N.R. (1971).

DAL PRA' A., BELLATI R., COSTACURTA R., SBETTEGA G. “*Distribuzione delle ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta*” - C.N.R. Istituto di Ricerca Sulle Acque, Quad. 28, Padova (1976).

DAL PRA' A., BELLATI R. “*Distribuzione dei materiali limoso-argillosi nel sottosuolo della pianura veneta*” - C.N.R. Istituto di Ricerca Sulle Acque, Quad. 34, Vol. II, Padova (1977).

DAL PRA' A. *et al.* “*Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia*” – Provincia di Venezia (2001).

DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., RUSCONI A., ZAMBON G. “*Rete idrometrografica per il controllo delle pressioni di strato degli acquiferi sotterranei di Venezia e del suo entroterra*”

– Consiglio Nazionale delle Ricerche, Venezia (1988).

DAZZI R., GATTO G., MOZZI G., ZAMBON G. “*Lo sfruttamento degli acquiferi artesiani di Venezia e suoi riflessi sulla situazione altimetrica del suolo*” C.N.R. Progetto Sistema Lagunare, Venezia (1994).

DE ROCCO P., FAVARATO R., SCARAMUZZI I., VALLERANI F. - “*C'era una volta il mare: acque sorgive e paesaggi della memoria*” – Provincia di Venezia (1996).

DE ROSSI J., VITTURI A. “*L'archivio informatizzato delle prove geognostiche in provincia di Venezia*” - Atti XXVIII Convegno Naz. Ass. It. Cartografia, Fabriano (AN) (1992).

DE ROSSI J., VITTURI A. “*Lo studio geologico per il Piano Territoriale della Provincia di Venezia. Metodo e risultati*” - Atti XXIX Convegno Naz. Ass. It. Cartografia, Pavia (1993).

DE ROSSI J., VITTURI A. “*Piano Territoriale Provinciale di Venezia. Studio geologico. Sintesi*” - Periodico “*La Provincia di Venezia*”, suppl. al n. 4/92 (1993).

FAVERO V., ALBEROTANZA L., SERANDREI BARBERO R. “*Aspetti paleoecologici, sedimentologici e geochimici dei sedimenti attraversati dal pozzo VE1 bis C.N.R.*” – Consiglio Nazionale delle Ricerche, Venezia (1973).

FAVERO V., SERANDREI BARBERO R. “*La sedimentazione nella piana costiera tra Brenta e Adige*” - Memorie Società Geologica Italiana 19, 337, Roma (1978).

FAVERO V. “*Aspetti dell'evoluzione recente dell'Alto Adriatico*” - Convegno Sc. Naz. P.F. Oceanografia e Fondi Marini, C.N.R., Roma (1979).

FAVERO V., PASSEGA R. “*Quaternary turbidites in a neritic environment: well C.N.R. VE 1, Venice, Italy*” - Journal of petroleum geology, 3, 2, Beaconsfield (1980).

- FAVERO V., SERANDREI BARBERO R. "Origine ed evoluzione della Laguna di Venezia - Bacino meridionale" - Lavori Soc. Ven. Sc. Nat., 5, Venezia (1980).
- FAVERO V., STEFANON A. "Würmian to present sedimentary sequence in the lagoon of Venice from uniboom records and boreholes" - C.I.E.S.M. XXVII Congr. 1980, Cagliari (1980).
- FAVERO V. "Evoluzione della laguna di Venezia ed effetti indotti da interventi antropici sulla rete fluviale circumlagunare" - Convegno di studi "Laguna, fiumi, lidi: cinque secoli di gestione delle acque nelle Venezie", Memoria II, Venezia (1983).
- FAVERO V. - SERANDREI BARBERO R. "Oscillazioni del livello del mare ed evoluzione paleoambientale della laguna di Venezia nell'area compresa tra Torcello ed il margine lagunare" - Estratto da Soc. Veneziana di Scienze Naturali (Lavori) (1983).
- FAVERO V. "Evoluzione delle linee di costa dell'Alto Adriatico" in "Il Veneto nell'antichità - Preistoria e Protostoria" - Banca Popolare di Verona, Verona (1984).
- FAVERO V., PAROLINI R., SCATTOLIN M. (Comune di Venezia, Assessorato all'Ecologia) "Morfologia storica della laguna di Venezia" - Arsenale Editrice, Venezia (1988).
- FAVERO V. "Il naviglio di Brenta" - Periodico "Provincia di Venezia", VI/89 - Venezia. (1989).
- FINZI R., FRIGO M., MINUZZO L. "Carta geolitologica. Cartografia tematica del territorio provinciale, alla scala 1:50.000" - Provincia di Venezia (1984).
- FORNARO C., GENNARI V. "Relazione Geologica dell'area della terraferma veneziana e del Cavallino" - Comune di Venezia - Estratto dal P.R.G. di Venezia (1989).
- FORUM PER LA LAGUNA "La laguna di Venezia: un patrimonio da riscoprire" - Filippi Editore, Venezia (1996).
- GALLAVRESI F., CARBOGNIN L. "Il sollevamento del suolo mediante iniezioni quale intervento a salvaguardia di zone altimetriche deficitarie. L'applicazione a Venezia come caso peculiare" - Commissione di studio dei provvedimenti per la conservazione e difesa della laguna della città di Venezia (Ist. Veneto di Scienze, Lettere e Arti) - Vol. X - Venezia (1987).
- GATTO P. "Ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo veneziano sulla base delle documentazioni di 120 pozzi artesiani e geotecnici" - Venezia (1973).
- GATTO P., PREVIATELLO P. "Significato stratigrafico, comportamento meccanico e distribuzione nella laguna di Venezia di una argilla sovraconsolidata nota come "caranto" - Università di Padova (Facoltà di Ingegneria - Istituto di Costruzioni Marittime e di Geotecnica) (1974).
- GATTO P., PREVIATELLO P., CARBOGNIN L., MOZZI G. "Note illustrative sul sottosuolo delle bocche della laguna di Venezia" - C.N.R. Progetto Promozione e Qualità dell'Ambiente - Venezia (1976).
- GATTO P. "Il sottosuolo del litorale veneziano" - CNR - ISDGM - TR 108 (1980).
- GATTO P., CARBOGNIN L. "The Lagoon of Venice: natural environmental trend and man-induced modification" - Hydrological Sciences - Bulletin des Sciences Hydrologiques, 26, 4 (12) (1981).
- ILICETO V. "Indagine sulle possibilità di rischio idraulico nella provincia di Venezia" - Provincia di Venezia (1992).
- JOBSTRAIBIZER P., MALESANI P. "I sedimenti dei fiumi veneti" - Memorie della Società Geologica Italiana, Vol. XII, 411, Roma (1973).
- JOBSTRAIBIZER P. "Sulle sabbie dei principali fiumi veneti" in "Un mestiere un paese. I sabionan-

- ti di Sottomarina* - Marsilio Ed., Venezia (1986).
- KENT V.D., RIO D., MASSARI F., KUKLA G. & LANCI L. "Emergence of Venice during the Pleistocene" - Quaternary Science Review (2002).
- LEONARDI P. "Trattato di geologia" - Torino, UTET (1968).
- LEONARDI P. et al. "Sintesi geologica e geofisica riguardante l'area veneziana e le zone limitrofe" - Servizio Geol. d'Italia, Roma (1973).
- LORITO S., VITTURI A., ZANGHERI P. "Carta dell'attitudine dei suoli allo spargimento dei liquami zootecnici: l'applicazione della metodica regionale nella provincia di Venezia" in: "Modello integrato di monitoraggio su differenti realtà territoriali collegate ad un sistema informativo geografico", FrancoAngeli Ed., Milano (2002).
- MANCINI F. "Carta dei suoli d'Italia, alla scala 1:1.000.000" - Soc. Geografica, Firenze (1966).
- MANCINI F. "Carta pedologica del Veneto" - Litografia artistica cartografica, Firenze (1966).
- MARABINI F., VEGGIANI A. "Le fluttuazioni climatiche degli ultimi millenni e la loro influenza sul litorale e la laguna di Venezia" - Bollettino A.I.C., n. 84, Bologna (1992).
- MARCOLONGO B. et al. "Principali aspetti idrogeologici della pianura veneta orientale individuati con l'impiego di immagini multispettrali da satellite" - Boll. Soc. It. Topografia e Fotogrammetria (1978).
- MARCOLONGO B. et al. "Paleoidrografia tardo-quadernaria della pianura veneta sud occidentale e il suo significato in una ricostruzione paleoclimatica. Esempio di applicazione di metodologie di tele-rilevamento con particolare riguardo alla termografia I.R." - Grafiche Erredici, Padova (1987).
- MOZZI P. "Catalogo dei paesaggi della pianura veneta finalizzato alla cartografia dei suoli" - Inedito (2000).
- MUSACCHIO E., OSTI P. "Piano Territoriale Provinciale di Venezia. Studio idraulico. Sintesi" - Periodico "La Provincia di Venezia", suppl. al n. 42/92, Venezia (1993).
- PAVANELLO C. "Antichi scrittori di idraulica veneta" - Venezia (1919).
- PIANETTI F. "I fiumi della terraferma veneziana" - Estratto da "Centro Studi Storici Mestre" - Quaderno di studi e notizie n. 12 (1968).
- PIANETTI F. "Il corso antico del Musone" (1979).
- PIERI M., GROPPI G. "Subsurface geological structure of the Po plain, Italy" - Estratto da "AGIP's contribution to oil exploration technology. A selection of Agip papers 1945 - 1995" - Vol. II - AGIP (1996).
- PRETI D. et al. "Carta geologica di pianura dell'Emilia - Romagna - Scala 1:25.000" - Regione Emilia Romagna (1999).
- PRETI D. et al. "Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - Foglio Ravenna" - Regione Emilia Romagna e Servizio Geologico Nazionale (1999).
- PROVINCIA DI VENEZIA "P.T.P. Piano Provinciale Territoriale" (1999).
- PROVINCIA DI VENEZIA "Piano Provinciale di Emergenza" (2003).
- REGIONE DEL VENETO "P.A.L.A.V. Piano di Area della Laguna e dell'Area Veneziana" - Cierre edizioni (1999).
- RICCERI G., PREVIATELLO P. "Caratteristiche geotecniche del sottosuolo della Laguna Veneta" - Estratto da "Atti e Memorie dell'Accademia Patavina di Scienze Lettere ed Arti" (1972).
- RICCERI G., BUTTERFIELD R. "An analysis of compressibility data from a deep borehole in Venice" - Geotechnique n. 24 (1974).
- RIZZETTO C., GALUPPO A. "Provincia di Ve-

nezia - *Censimento cave e discariche del territorio provinciale* – P&P & Partners Consultants & Contractors s.r.l. – Inedito (1993).

RIZZETTO F. “*Gli antichi cordoni litoranei e le paleodune del Veneto nord-orientale*” – Università degli Studi di Padova, Tesi di dottorato – Inedita (2000).

SCHIAVON E., SPAGNA V. “*Carta delle unità geomorfologiche del Veneto in scala 1:250.000*” - Regione del Veneto, Venezia (1987).

TOSI L. “*Caratteristiche geotecniche del sottosuolo del litorale veneziano*” – C.N.R. Progetto Sistema Lagunare, Venezia (1993).

TOSI L. “*I sedimenti tardo-quadernari dell'area litorale veneziana: analisi delle caratteristiche fisico-meccaniche*” – Estratto da “*Geologia Tecnica & Ambientale* n. 2 (1994).

TOSI L. “*L'evoluzione paleoambientale tardo-quadernaria del litorale veneziano nelle attuali conoscenze*” – *Il Quadernario*, 7(2) (1994).

VITTURI A. “*La ricerca preliminare, a livello provinciale, delle aree favorevolmente indiziate per il reperimento di materiale di cava: l'esempio del Portogruarese e del Sandonatese in provincia di Venezia*” - Atti III° Convegno Naz. su “*Le attività estrattive dei minerali di 2^a categoria*”, Bari (1985).

VITTURI A. “*Metodo e risultati dell'indagine geopedologica nel Veneto Orientale*” - Atti del Convegno “*La cartografia tematica nel processo di pianificazione di un territorio provinciale: la carta pedologica del Veneto Orientale*”. Provincia di Venezia (1985).

VITTURI A., BROCCA G. “*Complementarietà degli studi storici e delle indagini geologiche per meglio conoscere un territorio. L'esempio del territorio provinciale di Venezia tra Livenza ed antico Sile*” - Atti VI Congresso Nazionale O.N.G. “*Il geologo e l'ambiente: un ruolo, una professione, un impegno*” - Padova (1987).

VITTURI A. “*Studio della distribuzione del <caranto> nei suoli del territorio provinciale di Venezia tra antico Sile e Livenza, utile per una maggiore comprensione dell'antica situazione topografica*” in: “*Venezie sepolte nella terra del Piave: duemila anni fra il dolce e il salso*” - Viella, Roma (1994).

VITTURI A. “*Gli studi fisico - ambientali sul territorio provinciale realizzati o in corso*” - Rivista “*Provincia di Venezia*” (1995).

VITTURI A., DE ROSSI J. “*La struttura geologica e le problematiche del rischio nel Piano Territoriale della Provincia di Venezia*” - Atti First European Congress on Regional Geological Cartography and Information Systems su “*Geological cartography and information systems for land and environmental planning in European Regions*”, Bologna (1995).

VITTURI A. “*Ruolo della geologia nella pianificazione territoriale provinciale*” - Atti del Convegno “*Il geologo nella pianificazione territoriale*”, Rovigo (1996).

VITTURI *et al.* “*Programma di Previsione e Prevenzione in materia di Protezione Civile*” – Provincia di Venezia (1999).

VITTURI A., DONA' S. “*Protezione civile e piano territoriale di coordinamento*” - Rivista “*Urbanistica*” (2002).

ZANETTIN B. “*Note illustrative della carta geologica delle Tre Venezie. Fogli Venezia e Adria*” - Ufficio Idrografico del Magistrato alle Acque, Sezione geologica, Padova (1955).

ZANFERRARI A. *et al.* “*Evoluzione neotettonica dell'Italia nord-orientale*” - Mem. Scienze Geol. XXXV, Padova (1982).

ZANGHERI P. “*Carta della vulnerabilità intrinseca degli acquiferi all'inquinamento nel territorio provinciale di Venezia, parte centrale*” – Provincia di Venezia - Inedito (1999).

ZUNICA M. “*Considerazioni sulle variazioni delle*

foci dell'Adige e del Brenta" - Atti dell'Ist. Veneto di Scienze, Lettere e Arti, Venezia (1969).

ZUNICA M. "*Le spiagge del Veneto. Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane*" - C.N.R. Centro di studio per la geografia fisica, Padova (1971).

SERVIZI GRAFICI EDITORIALI
Padova - settembre 2003
Tel. 049/62.03.19
Fax 049/62.35.64

