

2. ASPETTI GEOLOGICI, IDROGEOLOGICI E SISMICI

2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1.1 Schema geologico e strutturale

L'assetto geologico strutturale del territorio dell'Area Bazzanese varia da quello di “catena appenninica” a quello del suo “margine” (la zona in cui la pianura termina contro i primi declivi appenninici non rappresenta l'inizio della “catena”: infatti all'Appennino morfologico, visibile, segue in pianura un “Appennino in embrione” sepolto sotto i depositi alluvionali padani).

In figura 2.1 è inquadrato il contesto tettonico locale che identifica i rapporti tra catena e pianura, mentre la figura 2.2 rappresenta un profilo geologico che interessa l'area studiata.

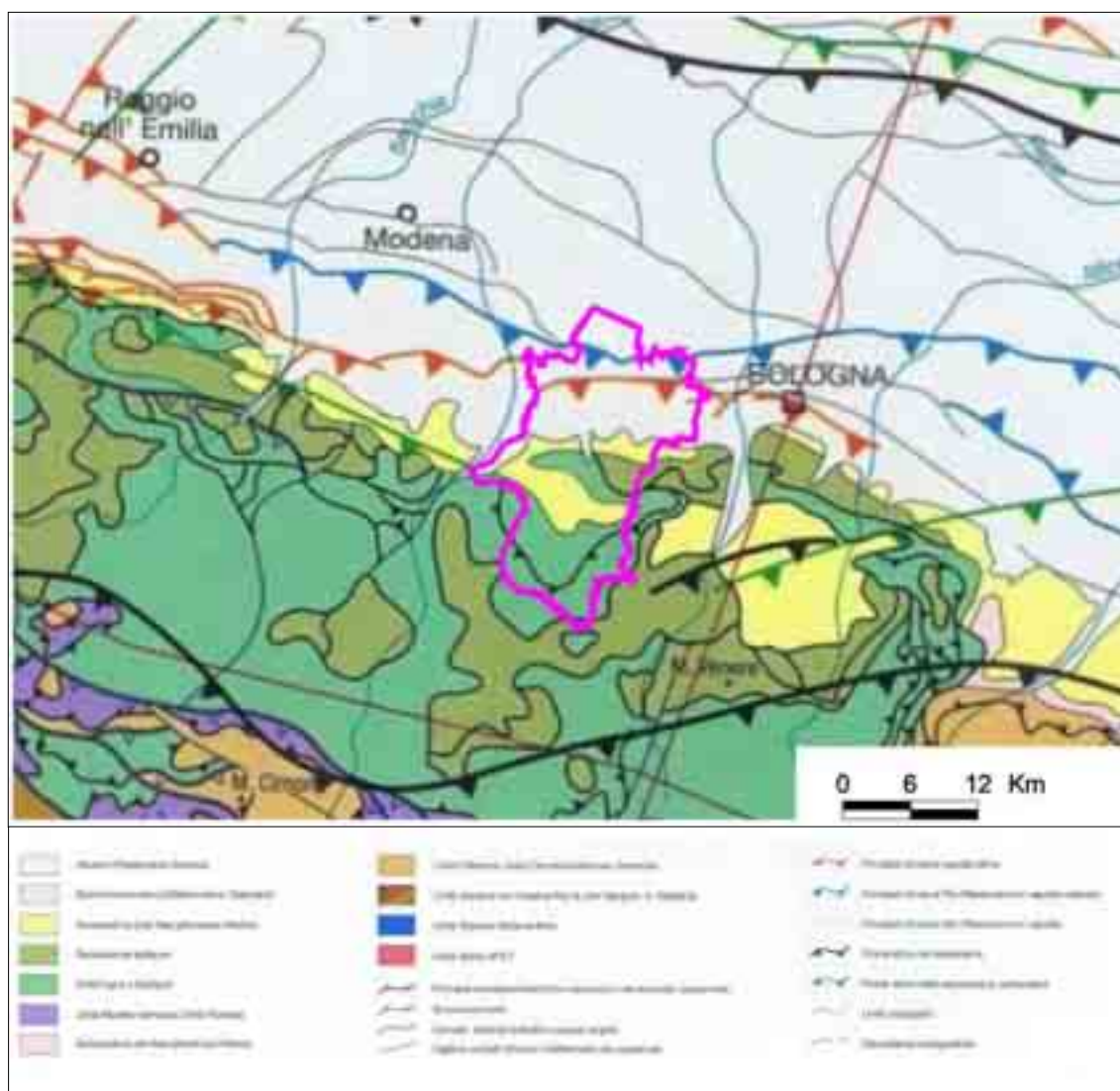


Fig. 2.1 Schema tettonico dell'area studiata, tratto dalle "Note Illustrative alla Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna" (R.E.R., 2004, fig.2). Il territorio dell'area bazzanese è perimetrato con linea fucsia.

Il sistema di sovrascorrimenti della pianura padana ha dunque indotto evidenti deformazioni e traslazioni nelle coperture sedimentarie tra il margine pedecollinare del bolognese fino al più

esterno fronte ferrarese. Nella figura 2.1 si può così notare la presenza di una linea tettonica nella pianura, subparallela al margine morfologico della collina: si tratta di una faglia inversa (sovrascorrimento), la più interna delle "Pieghe Romagnole" (Pieri e Groppi, 1981), che disloca la catena e solleva il margine attuale, suturata ad oriente di Bologna solamente nel Quaternario (probabilmente medio), mentre ad occidente pare suturata già nel Pliocene medio superiore.

Nel Quaternario medio inferiore (Villafranchiano p.p.) i primi depositi paralici di margine, in questo quadrante di catena, suturano definitivamente ogni struttura disgiuntiva (figura 2.2), ciò è importante anche per comprendere la "storia" sismica dell'area. Gli spessori delle facies quaternarie continentali (sigla ALL in figura 2.2, depositi del "Supersintema Emiliano-Romagnolo" che corrispondono al ciclo Qc di Ricci Lucchi et Alii, 1982) possono superare i 200 metri di profondità, al passaggio verso la pianura. Infatti la potenza complessiva di Quaternario e Pliocene nella porzione più meridionale del territorio comunale di Crespellano risulta già di oltre 3.000 metri.

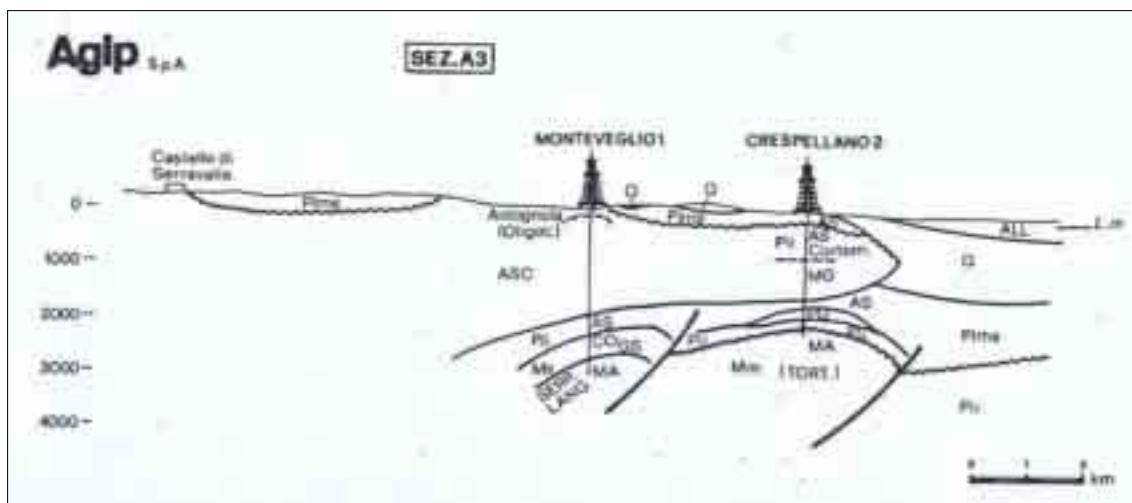


Fig. 2.2 Profilo dell'Appennino tratto dalle sezioni AGIP in Cremonini e Ricci Lucchi (1982). Si nota la "catena sepolta", la sinclinale intrappenninica (estensione apparente di quella bolognese) e la suturazione delle strutture del margine appenninico e della pianura alluvionale realizzata soprattutto dal Quaternario marino (Q in figura).

Dunque non vi è discontinuità strutturale tra pianura e appennino. Nella pianura però le unità geologiche marine fortemente sovraconsolidate sono sepolte sotto i depositi continentali alluvionali, tra cui i più recenti sono quelli superficiali, di maggiore interesse immediato per gli scopi di questo lavoro. L'evoluzione della pianura olocenica è riconducibile ad un modello semplice, almeno nelle linee generali: i corsi d'acqua appenninici, a valle delle conoidi pedemontane poco attive durante l'Olocene (ultimi 12.000 anni) mentre oggi prevalentemente in erosione, tendono a proseguire verso il collettore principale su alvei pensili, formati da sedimenti che il corso d'acqua non è più in grado di portare in carico.

Nel caso di rotte e tracimazioni, frequenti in natura, le acque invadono la pianura circostante depositando dapprima i sedimenti più grossolani nelle vicinanze dell'alveo, poi più lontano i sedimenti più fini (limi sabbiosi e limi) ed infine nelle conche morfologiche, dove le acque possono rimanere a lungo e decantare, si depositano limi argillosi ed anche argille.

Per i corsi d'acqua di pianura non arginati artificialmente, le rotte e le tracimazioni sono un

fenomeno ricorrente che crea condizioni per modifiche e divagazioni dell'alveo: ciò avviene con frequenza assai alta nei bacini subsidenti che caratterizzano la pianura padana. La velocità di subsidenza naturale condiziona la velocità di accrezione verticale, ma la sua variazione geografica condiziona anche la distribuzione spaziale dei corsi d'acqua. L'accrezione della pianura alluvionale avviene perciò sia orizzontalmente, con il giustapporsi di successivi corpi d'alveo, sia verticalmente a causa dei continui cicli di riempimento dei bacini di esondazione. Un immaginario profilo verticale della pianura risulterebbe dunque costituito da un intrecciarsi di lenti sabbiose - corrispondenti a corpi d'alveo sepolti (argini naturali) - e da sedimenti a tessitura fine, determinati dai riempimenti dei bacini interfluviali di esondazione.

La distribuzione delle litologie di superficie e del primo sottosuolo, così come l'assetto morfologico della pianura, sono quindi strettamente condizionati dai processi geo-strutturali profondi (attività delle pieghe romagnole) e di sedimentazione ed alla loro disposizione nel tempo. Nell'alta e media pianura, da Bologna fino al modenese, la divagazione degli alvei dei principali corsi d'acqua Reno e Panaro verso oriente ed in parte verso nord è dovuta all'evoluzione geostrutturale profonda del margine appenninico sepolto ed alla presenza dei rilievi costituiti dai depositi granulari (conoidi ed argini naturali) del fiume Po. Nell'area studiata la disposizione più recente degli alvei dei torrenti Samoggia e Lavino risente soprattutto delle accrezioni delle conoidi del Panaro e del Reno; le altre aste fluviali secondarie (Martignone, Ghironda, ecc.) hanno invece decorsi fortemente condizionati dalle attività di regimazione e di bonifica.

Il settore di catena appenninica del territorio in esame è invece caratterizzato da un generale assetto strutturale a falde sovrapposte che si sono dislocate a partire dal Miocene inferiore fino al Plio-Pleistocene. Il territorio collinare e montano in esame può essere schematicamente zonizzato nelle seguenti fasce (figura 2.3):

- 1) la fascia più settentrionale caratterizzata dalle peliti e dalle arenarie poco cementate del Pliocene inferiore-Pleistocene (unità affioranti IMO, FAA, ADO) che insieme si immergono sotto i sedimenti alluvionali dell'antistante pianura ("monoclinale pedeappenninica" nordvergente). Questo raccordo con la pianura in realtà cela, come già scritto, le strutture geologiche sepolte che sono evidenziate in figura 2.1 e nel profilo di figura 2.2. Il sollevamento connesso alla tettonica attiva di "thrust" pedeappenninico ha determinato anche il basculamento/sollevamento delle coperture alluvionali più antiche (tardo Pleistocene) che ricoprono le Unità marine appenniniche. Le formazioni a tessitura prevalentemente argillosa (FAA) sono facilmente degradabili e possono evolvere in calanchi, ed altre forme di erosione superficiale;
- 2) il lembo più orientale degli affioramenti di gessi messiniani bolognesi (Formazione Gessoso-Solfifera GES) presenti solamente nel territorio comunale di Zola Predosa, a sud est delle frazioni Gessi e Rivabella. Questa piccola dorsale gessosa si sviluppa prevalentemente in direzione SO-NE ed è caratterizzata da forme di carsismo anche di rilievo geologico-naturalistico (es. dolina "Gortani"). Le azioni deformative tettoniche indotte dal sollevamento dei gessi (iniziato in concomitanza con l'avanzamento del fronte appenninico dal Messiniano superiore) e le diverse caratteristiche reologiche delle rocce coinvolte hanno prodotto "smembramenti" e dislocazioni nella stessa Formazione che risulta in contatto discordante oppure tettonico sia con i sedimenti

soprastanti più recenti (FAA plioceniche ed FCO del Messiniano superiore), sia con i sottostanti depositi epiliguri e liguri;

- 3) una grande struttura anticlinale evidente a sud di Monteveglio (vedi profilo di figura 2.2) che al suo nucleo mostra unità geologiche più antiche e fortemente tettonizzate: Liguridi (AVS, SAG, FPG) e unità Subliguri (ANT, PAT, CTG, LOI, MVT). Questa anticlinale è distinta strutturalmente e stratigraficamente dalla “sinclinale intrappenninica bolognese” (che risulta parzialmente alloctona e con sedimenti attribuiti anche al Pliocene inferiore secondo Ricci Lucchi, 1982) ed è caratterizzata da unità geologiche fortemente tettonizzate a tessitura prevalentemente argillosa e caotica o caoticizzata ed interessate di norma da una notevole instabilità potenziale e da processi d'erosione che affliggono solo la loro porzione più superficiale (coltre più alterata).

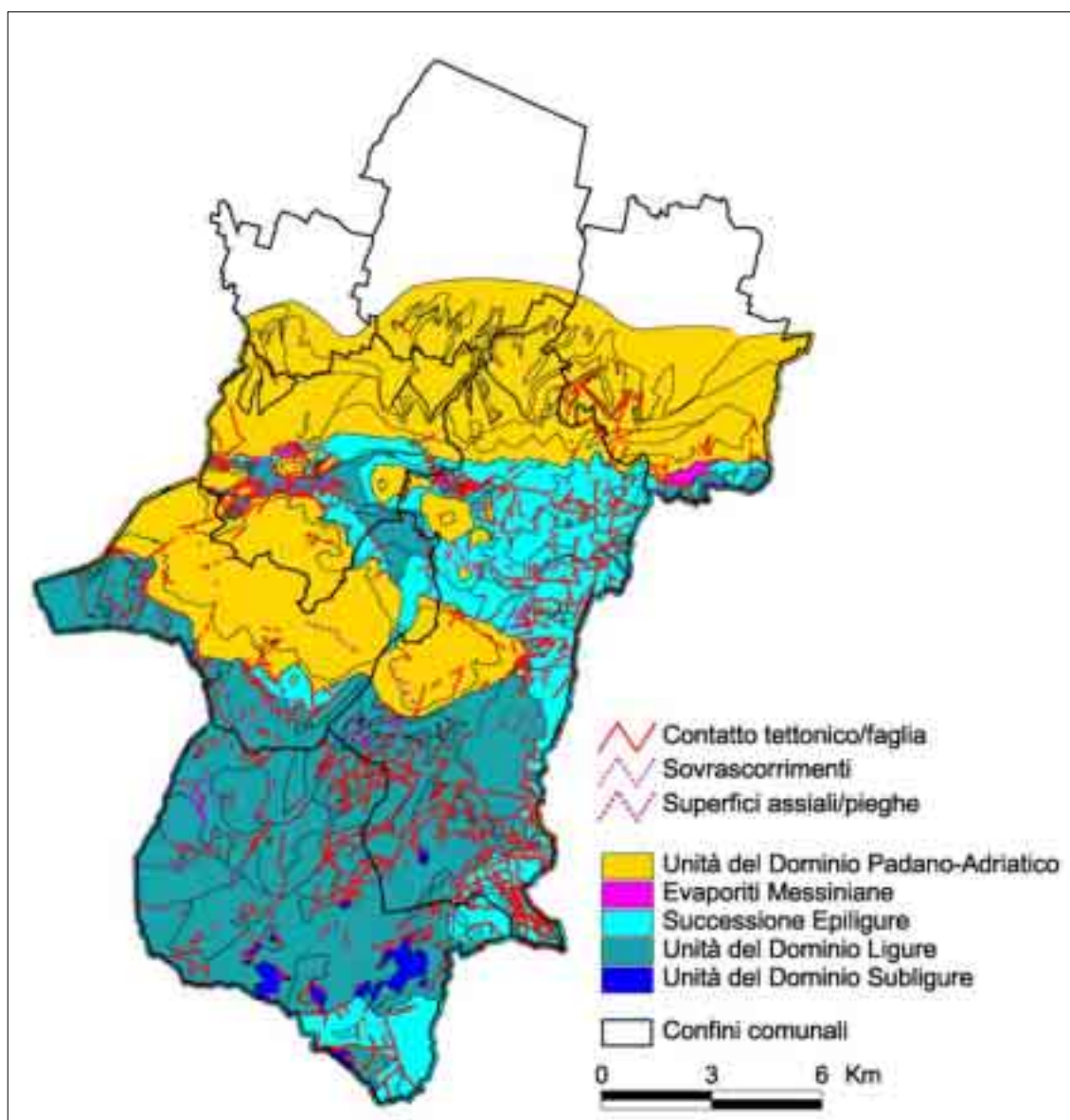


Fig. 2.3 schema geologico del territorio montano e collinare studiato.

- 4) a meridione della sinclinale ricompare una fascia di territorio nella quale affiorano

nuovamente le unità geologiche plioceniche (ADO, FAA) a chiudere la struttura nordvergente sopra descritta;

- 5) infine tutta la porzione meridionale del territorio studiato (quella più interna alla catena) è caratterizzata dalle unità geologiche dei domini sub-ligure (arenarie ARB affioranti nel territorio meridionale di Savigno), ligure ed epiligure (affioranti in destra idrografica del torrente Lavino). Le tessiture prevalenti sono pelitiche, fortemente caoticizzate e facile sede d'innescio di dissesti gravitativi per scivolamento e per colamento (particolarmente coinvolte, come vedremo, le formazioni argillose AVS e AVN); la loro facile erodibilità è anche causa di evidenti processi d'erosione e di trasporto solido in alveo. Eccezioni al quadro di generalizzata facile degradabilità dei suoli collinari, sono costituite dalle zone e dai crinali formati dalle plaghe delle formazioni più arenacee. L'intensa tettonizzazione di queste formazioni più litoidi ha comunque indotto anche in queste unità una elevata densità del dissesto per gravità (particolarmente nelle unità liguridi SCB) con frane per scivolamento spesso antiche che hanno coinvolto grandi volumi di roccia. Dal punto di vista idrogeologico queste zone rappresentano anche possibili "rocce magazzino" del comparto montano studiato.

La tavola AB.QC.B2.01 allegata alla Relazione Geologica offre una sintesi del contesto geomorfologico e litologico dell'Area Bazzanese riportando:

- le forme morfologiche principali (scarpate di erosione fluviale, conoidi intravallive, doline e principali crinali, dissesti gravitativi);
- gli elementi tettonici desunti dalla Banca Dati geologica della Regione (contatti tettonici, sovrascorrimenti, superfici assiali plicative);
- i depositi alluvionali di pianura classificati in base alle loro principali tessiture ricavate con modeste variazioni dalla Carta Geologica di Pianura dell'Emilia-Romagna.
- le principali unità alluvionali di fondovalle desunte dalla Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo e le altre coperture quaternarie di collina (depositi di versante, eluvio-colluviali, eolici e detrito di falda);
- le Unità geologiche di collina e montagna riprese con modeste variazioni dalla Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo (disponibile al pubblico in scala 1:10.000 su base topografica C.T.R.).

2.1.2 Unità tessiturali della pianura e depositi del fondovalle

La prima ricostruzione completa della morfologia del sottosuolo dell'intera pianura regionale, è stata completata nel 1987 da D. Preti, ed era caratterizzata da un'impostazione di legenda conforme alle tavole geologiche della "Matrice Ambientale" del PTR, ossia fondata sugli ambienti deposizionali e ambiti morfostrutturali (G. Viel, 1987). Le successive edizioni aggiornate e corrette, comprendono anche le datazioni storiche di probabile formazione dei corpi geologici. L'edizione attuale ("Carta Geologica di Pianura dell'Emilia-Romagna" disponibile in scala 1:250.000 su base topografica C.T.R. ed in formato numerico) costituisce la base conoscitiva unitaria per l'intera Regione, ed è stata utilizzata in questo lavoro. La possibilità di controllare le tessiture del primo sottosuolo con gli esiti delle indagini geognostiche, ha

consentito di modificare le situazioni tessiturali in cui si sono evidenziate contraddizioni tra i dati puntuali e quelli riportati in cartografia.

L'ampia zona di apice del conoide dei due principali corsi d'acqua T. Lavino e soprattutto del T. Samoggia sono rappresentati da depositi alluvionali quaternari con discreta componente ghiaiosa e ghiaioso sabbiosa.

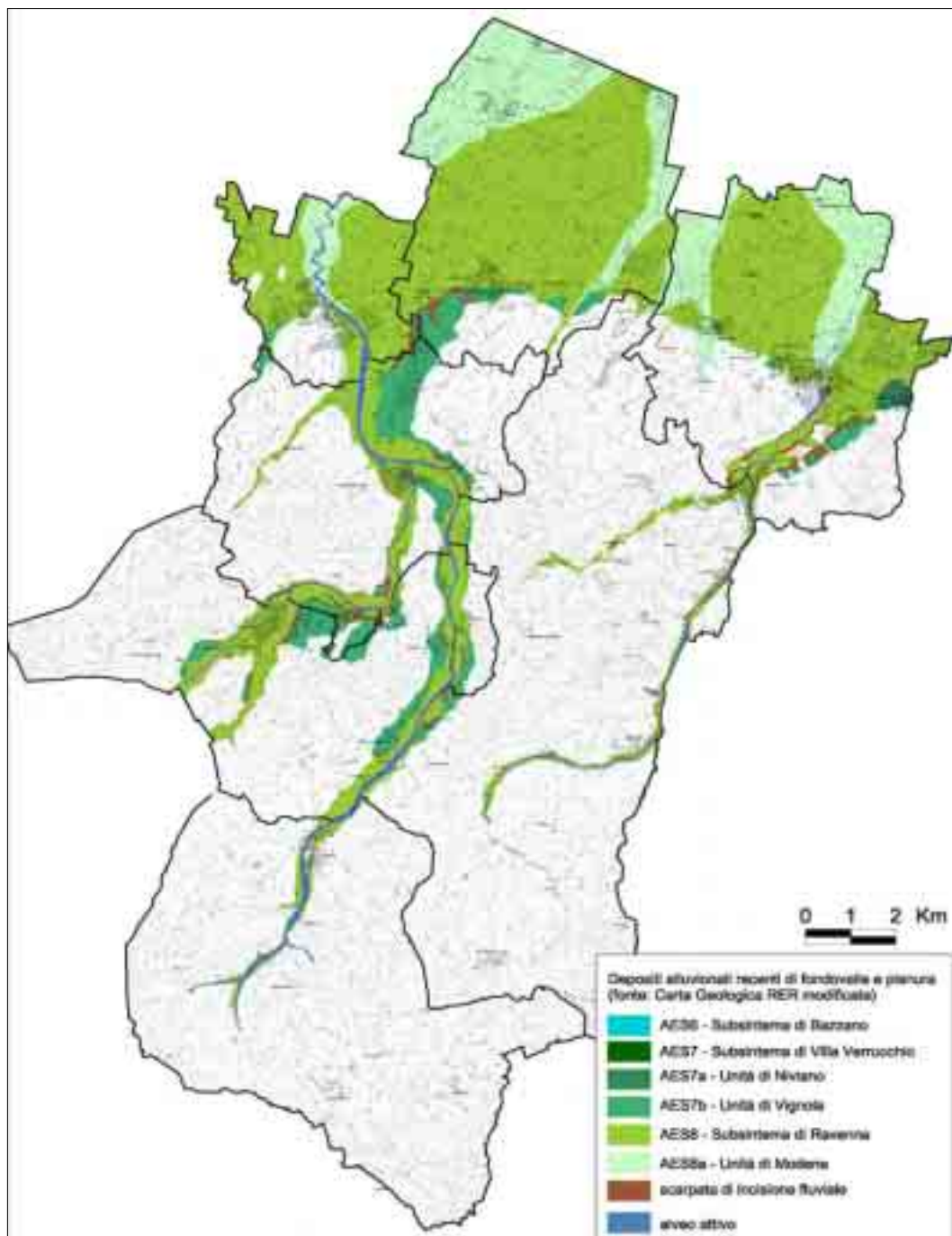


Fig. 2.4 schema deposizionale di pianura e dei fondovalle (fonte: carta geologica RER modificata)

Per i depositi recenti dei principali fondovalle la base conoscitiva utilizzata è invece desunta

dalla Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo che distingue le Unità continentali secondo la convenzionale classificazione stratigrafica sequenziale, e pertanto ricomprese nel "Supersintema Emiliano-Romagnolo" (R.E.R., ENI-AGIP, 1998). I depositi alluvionali di fondovalle e pedecollinari vengono compresi nel "Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore" (AES) e sono suddivisi in sequenze deposizionali di diverso ordine gerarchico (subsintemi identificati con sigle da AES5 – più antichi - ad AES8 – più recenti) delimitati in genere da scarpate di erosione.

Il sollevamento del pedecollina, come già scritto, ha determinato il basculamento/sollevamento dei depositi alluvionali più antichi tardo pleistocenici (AES5, AES6). La giunzione del fondovalle con la pianura è assicurata dall'ampiezza delle rispettive conoidi le cui attività deposizionali più recenti (almeno degli ultimi 4 – 6.000 anni) traspaiono dal numero e dalla complessità degli ordini di terrazzi e delle scarpate d'erosione, ancora riconoscibili allo sbocco delle valli ma progressivamente meno chiare verso la pianura dove il ciclo deposizionale più superficiale (AES8, più recente) diventa anche l'unico affiorante (figura 2.4).

2.1.2.1 UNITÀ TESSITURALI DI PIANURA

Depositi di conoide e terrazzi alluvionali:

€#Ghiaie e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari amalgamati, intercalate a sabbie e sabbie limose in strati di spessore decimetrico. Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione.

€#Sabbie, limi sabbiosi e limi, in strati di spessore decimetrico, ghiaie sabbiose e sabbie in corpi canalizzati e lenticolari. Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione.

€#Limi e limi argillosi in strati di spessore decimetrico, subordinatamente ghiaie e ghiaie sabbiose in corpi canalizzati e lenticolari. Al tetto e all'interno suoli a diverso grado di evoluzione.

€#Ghiaie, sabbie, limi e limi argillosi (Depositi alluvionali indifferenziati).

Depositi di piana alluvionale:

€#Limi sabbiosi, sabbie fini e finissime, argille limose e subordinatamente sabbie limose – argillose intercalate in strati di spessore decimetrico (Depositi di argine distale. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione).

€#Limi argillosi e limi sabbiosi, subordinatamente sabbie fini e finissime, in strati di spessore decimetrico; localmente sabbie in corpi lenticolari e nastriformi (Deposito di canale e argine indifferenziati. Al tetto suoli a diverso grado di evoluzione).

€#Argille limose, argille e limi argillosi laminati, localmente concentrazioni di materiali organici parzialmente decomposti (Area interfluviale e depositi di palude).

2.1.2.2 DEPOSITI ALLUVIONALI DI FONDOVALLE E PEDECOLLINA

AES8 - Subsintema di Ravenna

Nei settori intravallivi ghiaie passanti a sabbie e limi organizzate in numerosi ordini di terrazzi alluvionali. Negli sbocchi vallivi e nella piana alluvionale ghiaie, sabbie, limi ed argille. Limite

superiore dato da suoli variabili da non calcarei a calcarei. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. Limite inferiore erosivo sui depositi marini e alluvionali sottostanti. Subsintema contenente una unità a limiti inconformi di rango gerarchico inferiore (AES8a) che, dove presente, ne costituisce il tetto stratigrafico. Spessore massimo in pianura di 25 metri circa. Pleistocene sup. - Olocene (14 ka - attuale; datazione 14C).

AES7 - Subsintema di Villa Verucchio

Ghiaie sovrastate da limi più o meno sabbiosi, organizzate in alcuni ordini di terrazzi intravallivi. Al tetto suoli non calcarei di colore bruno scuro, sovrastanti altri suoli non calcarei. Il fronte di alterazione è spesso complessivamente fino a 2 m circa. Allo sbocco vallivo del Torrente Sillaro ghiaie prevalenti spesse sino ad una decina di metri, al tetto è presente un suolo non calcareo di colore bruno scuro rossastro spesso fino a 2 m. Limite inferiore erosivo e discordante sui sottostanti depositi marini. Spessore massimo di 70 m circa nel sottosuolo della pianura. Pleistocene sup. (per posizione stratigrafica).

AES6 - Subsintema di Bazzano

Nei settori intravallivi ghiaie passanti a sabbie e limi organizzati in alcuni ordini di terrazzi alluvionali. Limite superiore dato da un suolo non calcareo di colore bruno scuro potente fino a 5 metri, al di sotto del quale sono generalmente presenti altri suoli non calcarei sovrapposti. Negli sbocchi vallivi: ghiaie passanti a sabbie e limi, caratterizzati al tetto da un suolo non calcareo di colore bruno giallastro o bruno scuro sovrastante un suolo sviluppato su ghiaie di colore bruno scuro o bruno scuro rossastro o bruno rossastro. Spessore complessivo dell'alterazione fino a 7 metri circa. Limite inferiore erosivo e discordante sui sottostanti depositi marini. Spessore massimo in pianura di circa 70 metri circa. Pleistocene medio (attribuzione archeologica e per posizione stratigrafica).

AES5 - Subsintema di Torre Stagni

Ghiaie passanti a sabbie e limi ed argille organizzati in alcuni ordini di terrazzi alluvionali. Limite superiore dato da un suolo non calcareo di colore bruno giallastro o bruno scuro spesso sovrastante, negli sbocchi vallivi, un suolo sviluppato su ghiaie di colore bruno scuro rossastro o bruno rossastro. Spessore complessivo massimo dell'alterazione fino a 10 metri circa. Limite inferiore erosivo e discordante sui sottostanti depositi marini. Spessore massimo 25 m. Pleistocene medio (attribuzione archeologica e per posizione stratigrafica).

2.1.2.3 ALTRI DEPOSITI QUATERNARI

Deposito di versante

Deposito costituito da litotipi eterogenei ed eterometrici più o meno caotici. Frequentemente l'accumulo si presenta con una tessitura costituita da clasti di dimensioni variabili immersi e sostenuti da una matrice pelitica e/o sabbiosa (che può essere alterata per ossidazione e pedogenesi), a luoghi stratificato e/o cementato. La genesi può essere dubitativamente gravitativa, da ruscellamento superficiale e/o da soliflusso.

Deposito eluvio-colluviale

Coltre di materiale detritico, generalmente fine (sabbie, limi e peliti) prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità, con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.

Detrito di falda

Accumulo detritico costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico, generalmente a quote elevate o molto elevate, con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm³ e decine di m³, privo di matrice o in matrice sabbioso-pelitica alterata e pedogenizzata, di origine gravitativa frequentemente alla base di scarpate e lungo i versanti più acclivi.

Deposito eolico

Sabbie fini, limi e limi argillosi in genere notevolmente pedogenizzati, su paleosuperfici.

2.1.2.4 UNITÀ GEOLOGICHE DI COLLINA E MONTAGNA

UNITÀ DOMINIO PADANO-ADRIATICO

ADO - Formazione di Monte Adone

Prevalenti arenarie con abbondante matrice siltoso-argillosa, alternate a peliti sabbiose con stratificazione da sottile a spessa, a geometria tabulare e lenticolare. Verso l'alto aumenta la frequenza delle peliti. Spesso stratificazione non ben evidente per bioturbazione. Il colore delle sabbie è grigio, grigio-azzurro o beige se alterate, quello delle peliti grigio scuro. Sono presenti corpi grossolani con geometria sia tabulare che lenticolare, con stratificazione incrociata concava e superfici e docce erosive e intervalli a macrofossili (Lamellibranchi, Gasteropodi e Scafopodi). I ciottoli sono prevalentemente costituiti da calcilutiti di origine ligure. La cementazione è da media a scarsa, spesso differenziale con presenza di "cogoli" generalmente allineati subparallelamente alla stratificazione. La formazione è interamente suddivisa in 2 membri in rapporti di parziale sovrapposizione e di notevole eteropia laterale. Ambiente di sedimentazione variabile da fluviale a marino costiero e piattaforma. Il limite inferiore è discontinuo, talora paraconcordante su RUM. In alcune località mostra chiare evidenze di eteropia con FAA e poggia su FAAa. Nell'area del Foglio 238 è discordante su CIG, erosivo su RUM2, graduale per alternanze su RIL. La potenza massima totale affiorante è di un migliaio di metri. Pliocene medio e sup. - Pleistocene inf.?

ADO2 - Membro delle Ganzole

Areniti fini e subordinate peliti sabbiose bioturbate in strati da medi a molto spessi; geometria tabulare, cuneiforme e concava. La comparsa di livelli pelitici oltre a rendere più marcata ed evidente la stratificazione, permette di cartografare una litofacies pelitico-arenacea (ADO2a) di transizione verso le sovrastanti FAA. Localmente distinta una litofacies arenaceo-conglomeratica (ADO2c). Talora presenti livelli di peliti grigio scure. Macrofossili concentrati in letti. Potenza massima di circa 650m.

FAA - Argille Azzurre

Argille, argille marnose, marne argillose e siltose grigie e grigio-azzurre, talora grigio plumbeo, in strati medi e subordinatamente sottili, a giunti poco o non visibili per bioturbazione, con subordinati strati arenacei sottili risedimentati. Localmente sono presenti sottili livelli discontinui

di biocalcareni fini e siltiti giallo, o ocra se alterate, sottilmente laminate. Alla base, possono essere localmente presenti marne biancastre ricchissime in Foraminiferi planctonici per uno spessore massimo di 10 m. Sono sempre presenti i microfossili, mentre i macrofossili si concentrano in panchine o nidi. Nella parte alta possono essere presenti slumps, o localmente olistoliti (o1) plurimetrici di provenienza ligure. Ambiente variabile da scarpata a piattaforma. Limite inferiore netto discordante su unità più antiche, in alcune zone rapporti di eteropia con ADO e RUM. Potenza fino a 250 m circa. Pliocene inferiore - Pleistocene inferiore

FAAa - litofacies arenacea

Corpi marcatamente lenticolari con estensione trasversale massima di alcune centinaia di metri e longitudinale di circa 850 metri. Sono sempre ben stratificati con rapporto sabbia-pelite variabile da 1/1 fino a 10/1. Areniti con subordinate biocalcareni e biocalciruditi, in strati da sottili a spessi, organizzati in pacchi decametrici; affiora a diverse altezze stratigrafiche. Contatti inferiori comunemente erosivi. Spessore di qualche decina di metri.

FAAps - litofacies pelitico-sabbiosa

Peliti siltoso-sabbiose grigio-verdastre in strati millimetrico-decimetrici con laminazione ondulata piano-parallela e incrociata a scala plurimetrica, localmente ricche in sostanza organica carboniosa. Presenti localmente livelli di concentrazione di macrofossili eterogenei nelle dimensioni e nei generi rappresentati. Si osservano lenti decimetriche di argille massive a diverse altezze stratigrafiche e corpi arenacei stratificati (fino a tre in provenienza). L'ambiente è di piattaforma marina con locali condizioni euxiniche; si trovano livelli di silt e sabbie finissime strutturati da onde di tempesta (tempestiti). Contatto inferiore, ed in parte laterale, stratigrafico per eteropia ed anche per alternanza con FAA. Contatto superiore erosivo coi depositi alluvionali o paraconcordanza con IMO2. Spessore massimo affiorante di oltre 600 m.

IMO - Sabbie di Imola

Depositi sabbiosi ed arenitici fini e finissimi, subordinatamente a grana media e grossolana, generalmente poco cementati, in strati per lo più amalgamati, con rare intercalazioni pelitiche discontinue, di spessore centimetrico e decimetrico, e rari livelli centimetrici di ciottoli. Si interdigitano sabbie fini e medie, intercalate a ghiaie e conglomerati di spessore generalmente decimetrico, che localmente costituiscono corpi lenticolari spessi alcuni metri. Peliti di colore grigio azzurro di piana alluvionale e piana deltizia. Ambiente deposizionale costiero (spiaggia e delta-conoide). Contatto basale e di tetto erosivo e discordante. Spessore massimo di quasi 60 metri, superiore ai 150 m nel sottosuolo. Pleistocene medio

IMO3 - Membro di Castel San Pietro

Sabbie ed arenarie giallastre generalmente fini e finissime, a stratificazione obliqua, con ripples ed hummocky cross-bedding localmente riconoscibili, in strati generalmente amalgamati, alternate a rari strati decimetri di peliti sabbiose. Nella parte alta sono presenti livelli di ghiaie fini frequentemente silicee e locali corpi di ghiaie ben selezionate contenenti tritume organogeno. Depositi di spiaggia e subordinatamente di delta conoide. Contatto inferiore eteropico su IMO2 o erosivo su IMO1. Spessore di alcune decine di metri.

IMO2 - Membro di Fossoveggia

Peliti prevalenti di colore grigio scuro, grigio azzurro e subordinatamente giallastro e rare intercalazioni centimetriche o decimetriche di peliti sabbiose. La stratificazione è generalmente mascherata dalla bioturbazione di apparati radicali o da paleosuoli. Ambiente di sedimentazione di piana alluvionale e palude, passante a piana deltizia. Contatto inferiore netto. Lo spessore va da pochi metri a 50m circa.

IMO1 - Membro di Monte Castellaccio

Sabbie ed arenarie gialle fini e finissime, subordinatamente medie e grossolane in strati generalmente amalgamati, rare intercalazioni pelitiche discontinue di spessore centimetrico e decimetrico. Queste sabbie passano verso l'alto ad alternanze in strati medi e spessi di ghiaie poligeniche, spesso caratterizzate da colori di alterazione bruno-violacei, con diametro massimo fino a 12 centimetri e subordinate sabbie. L'ambiente di sedimentazione è di spiaggia (dalla battigia, alla spiaggia sommersa). Si interdigitano, con maggior frequenza verso l'alto, depositi deltizi costituiti da sabbie fini e medie, intercalate a conglomerati (IMO1c - litofacies conglomeratica) con cementazione modesta o assente, in strati da medi a spessi, a stratificazione incrociata concava, con sottili intercalazioni di argille marnose biancastre e grigio-verdi dotate di scarsa continuità laterale. Contatto inferiore erosivo e discordante su FAA. Spessore massimo di poche decine di metri.

Rum – Formazione di Monte Rumici

Conglomerati e arenarie argillose bioturbate generalmente poco cementate e con cementazione differenziale ("cogoli"). Formazione suddivisa in due membri. Pliocene inf.

RUM1 - Membro di Scascoli

Conglomerati eterometrici in matrice sabbiosa, scarsamente cementati, in strati lenticolari spessi e molto spessi, talora gradati, con ciottoli embriciati; stratificazione incrociata concava, spesso interrotta da docce erosive; strati mal strutturati; localmente si alternano strati sabbiosi sporchi medi e spessi; subordinate arenarie da mediamente a poco cementate. I ciottoli dei conglomerati sono per lo più calcareniti fini grigie, calcilutiti grigie e chiare, marne, arcose e calcareniti medie nocciola, provengono da litotipi appartenenti al dominio ligure ed epiligure; nella parte più alta del membro possono essere presenti anche ciottoli di arenarie fossilifere. Più raramente sono presenti ciottoli di ofioliti, graniti e metamorfiti. Nella parte bassa del membro affiorano corpi discontinui, di spessore variabile fino a qualche decina di metri, costituiti da strati medi e spessi, con base conglomeratica erosiva e tetto arenaceo. Nell'area del Foglio 237 localmente è presente una facies arenaceo-pelitica, caratterizzata da sottili livelli arenacei e pelitici al tetto dei banchi conglomeratici. Ambiente deposizionale fluviale, con trasporto in massa. Il limite inferiore è erosivo sui depositi della successione epiligure. Potenza fino a 300 m circa.

EVAPORITI MESSINIANE

GES - Formazione Gessoso-Solfifera

Banchi di gesso selenitico con cristalli traslucidi geminati a "coda di rondine", di dimensioni anche decimetriche, gessoareniti e gessoruditi con intercalazioni di argille siltose bituminose grigio scure o nerastre con bioclasti, scaglie di Pesci ed abbondanti frustoli carboniosi, che

evidenziano una sottile laminazione piano-parallela e conferiscono una certa fissilità; sono presenti sottili livelli di siltiti fini grigio chiaro gradate, con sabbia fine organogena alla base, che passano a marne siltose grigie compatte a laminazione ondulata. Nella parte bassa della formazione compaiono sottili strati di calcari dolomitici. Il limite inferiore è graduale rapido su GHL oppure non affiora, ma verosimilmente è discordante e tettonizzato con TER, CIG e PAT. La potenza è variabile da pochi metri ad oltre 200 metri. Messiniano inf.

SUCCESSIONE EPILOGURE

ANT - Marne di Antognola

Marne argillose e marne siltose verdognole o grigie con patine manganesifere; fratturazione concoide o con tipiche superfici concentriche; frequenti i microfossili e talora i bioclasti. Stratificazione da molto sottile a media, talora difficilmente percepibile, sia per scarsa classazione granulometrica che per bioturbazione. Sono presenti rari livelli torbiditici di arenarie vulcanoclastiche, arcose e quarzoso-feldspatiche, da sottili a medi, e strati sottili e sottilissimi, discontinui, di cineriti biancastre, tipicamente alterate in giallo o giallo ocre. Localmente si osservano anche orizzonti caotici (sl) e livelli di brecce con clasti extraformazionali. Localmente è stata distinta una litofacies arenacea (ANTa), potente fino a qualche decina di metri, caratterizzata dalla presenza di torbiditi sottili con base arenitica centimetrica. Il limite inferiore è netto, discordante, su MMP, sfumato su RAN; in eteropia con MVT. Ambiente di sedimentazione di piattaforma esterna, scarpata e base scarpata con apporti torbiditici. La potenza totale della formazione raggiunge alcune centinaia di metri. Rupeliano terminale – Burdigaliano?

ANT4 - Membro di Anconella

Prevalenti torbiditi arenaceo-pelitici; arenarie quarzoso-feldspatiche, generalmente poco cementate, gradate con grana da grossolana a fine, di colore grigio chiaro alterate in giallastro; marne argillose, argille siltose grigie, grigio verdi, grigio scuro o nerastre; A/P sempre > 1, fino a >>10. Gli strati variano da sottili a spessi, raramente banchi; talvolta amalgamati. La geometria del membro è complessa, con spessore che può raggiungere i 600 m.

ANT4a – litofacies arenaceo-pelitica

Torbiditi pelitico-arenacei in strati sottili o sottilissimi, oppure da medi a molto spessi tabulari e con $1 < A/P < 10$.

CIG – Formazione di Cigarellino

Marne siltoso-sabbiose, talora argillose, grigie, grigio scure o beige se alterate, bioturbate e fossilifere; sono presenti sia bioclasti che biosomi (Lamellibranchi, Gasteropodi, talora Echinidi). Stratificazione generalmente poco evidente per l'assenza di livelli grossolani e per la bioturbazione. Localmente affiorano intervalli di slump e di strati sottili arenaceo-pelitici tabulari con $A/P < 1$. Localmente, verso la base, possono esser presenti livelli discontinui di vulcanoclastiti ricche di cristalli millimetrici di biotite, o calcareniti grossolane giallastre in strati spessi. Ambiente di sedimentazione di piattaforma esterna e scarpata-bacino. Il limite inferiore è per alternanza o sfumato con PAT. La potenza varia da qualche decina di metri a circa 500 metri. Langhiano - Serravalliano

CIGa - litofacies arenacea

Torbiditi arenaceo-pelitiche con arenarie medio-fini a gradazione poco accentuata, e peliti grigio scure, in strati da spessi a sottili, spesso amalgamati. Costituiscono corpi lenticolari di estensione chilometrica. Potenza compresa tra 40 e 100 m.

CIG2 - Membro di Monte Luminasio

Arenarie fini e medie, localmente biocalcareniti e litareniti grossolane e microconglomeratiche, alternate a peliti siltose grigie, in strati da sottili a molto spessi, prevalentemente tabulari. Rapporto A/P >1. Intercalazioni metriche e decametriche di peliti sabbiose e di corpi arenacei lenticolari (intercalati a varie altezze stratigrafiche entro CIG). Torbiditi di scarpata bacino. Potenza variabile da 0 a 150 m circa.

CIG1 - Membro di Montalto Nuovo

Alternanze di arenarie finissime bioturbate e siltiti o peliti marnoso-sabbiose in strati da sottilissimi a medi; verso l'alto arenarie bioturbate in strati metrici e peliti marnose.. Ambiente di piattaforma esterna. Passaggio sfumato su PAT. Potenza massima di poche decine di metri

CTG – Formazione di Cotignaco

Marne carbonatiche e selciose, più o meno siltose, di colore grigio-verdognolo o grigio azzurro, con patine manganesifere nerastre e ocracee, o arenarie risedimentate fini grigie. Gli strati sono generalmente di spessore medio, spesso poco evidenti; sono presenti intervalli arenacei biancastri, gradati, da sottili a spessi, con base netta. Diffusa fratturazione scheggiata. Nella parte alta, localmente, aumenta la frequenza delle areniti e si può osservare una stratificazione tabulare. Talora sono presenti torbiditi vulcanoclastiche, grigie e verdi, o nerastre in strati medi gradati, localmente differenziate nella litofacies vulcanoclastica (CTGa). Ambiente di sedimentazione di scarpata e piattaforma esterna, con sporadici apporti torbiditici. Il limite inferiore è netto su ANT4 e sfumato per alternanza con ANT. La potenza varia da qualche decina di metri a circa 150 metri. Aquitaniano terminale - Burdigaliano

LOI – Formazione di Loiano

Arenarie arcose, da fini a molto grossolane, a luoghi microconglomeratiche, in genere scarsamente cementate, con subordinati conglomerati, in strati medi e banchi frequentemente amalgamati, di colore biancastro o grigio chiaro (marrone chiaro se alterate); sono presenti intercalazioni, spesso discontinue, di torbiditi sottili arenaceo-pelitiche grigie o verdastre (A/P sempre >1). Frequenti anche i "cogoli". Nella porzione basale sono presenti slump intraformazionali di spessore ed estensione assai limitata ed argille rosso-mattone e grigio-verdastre, localmente marnose, interdigitate con brecce argillose a matrice nerastra, inglobanti blocchi calcilutitici di dimensioni massime decimetriche. Localmente distinta una litofacies arenaceo-pelitica (LOlap) caratterizzata da strati medi arenaceo-pelitici con A/P $\geq$ 1. Sedimentazione torbiditica in bacino confinato profondo. Interdigitazione a scala regionale con MMP. Il limite inferiore è discordante su MOH, MOV, BAI o risulta tettonizzato. La potenza affiorante raggiunge 700 m. Luteziano - Priaboniano

MMP - Marne di Monte Piano

Argille, argille marnose e marne rosse, rosate, grigio chiaro e verdi, con rari e sottilissimi strati di feldspatoareniti risedimentate biancastre, siltiti nerastre e calcari marnosi. Sono presenti slump. Stratificazione generalmente poco evidente. Sedimentazione di tipo pelagico, in ambiente confinato e profondo, con rari apporti torbidity. Il limite inferiore è netto su LOI o discordante sulle unità liguri. La potenza affiorante è di alcune decine di metri. Bartoniano – Rupeliano

MVT – Breccie argillose della Val Tiepido - Canossa

Breccie a matrice argillosa grigia o grigio-scura, talora varicolore, con clasti decimetrici o di dimensioni maggiori di prevalenti calcilutiti biancastre tipo "palombino", calcari marnosi, marne, argilliti, siltiti e arenarie, e inclusi da decametrici ad ettometrici di formazioni liguri o epiliguri. La matrice può essere prevalente. Alla scala del campione è evidente la tessitura clastica "matrix-supported". I blocchi di maggiori dimensioni, talora cartografabili, sono presenti per lo più alla base. Sono state distinti: una litofacies argilloso-calcareo (MVTb) caratterizzata da maggiore frequenza di blocchi calcarei; inclusi arenacei (MVTar); inclusi calcareo-marnosi (MVTca); inclusi di argille varicolori (MVTva). Il limite inferiore è netto su MMP; questa unità presenta evidenti rapporti di eteropia con ANT e risulta anche sovrapposta ad unità epiliguri e liguri più antiche. Depositi di colata gravitativa (mud e debris flow). La potenza massima varia da qualche decina ad oltre 200 metri. Aquitaniano

PAT – Formazione di Pantano

Areniti siltose fini e finissime, grigie (beige se alterate), alternate a peliti marnose e siltose grigio-chiare; stratificazione generalmente poco marcata o addirittura impercettibile a causa dell'intensa bioturbazione, quando visibile di spessore medio; sono presenti resti di Echinidi, Gasteropodi e Lamellibranchi. Alla base talora affiorano delle areniti glauconitiche. Talora la parte alta degli strati arenacei è gradata e con laminazione ondulata. Localmente si intercalano strati arenacei risedimentati medi, mal strutturati, di colore nocciola. Verso l'alto affiorano livelli di marne siltose grigio-azzurre laminate. Il limite inferiore è netto, discordante, su CTG; talora la base è elisa tettonicamente. Sedimentazione in ambiente da litorale a piattaforma esterna. La potenza è fino a circa 500 m. Burdigaliano sup.-Langhiano inf.

PAT3 - Membro di Calvenzano

Areniti ibride da medie a fini, localmente grossolane in strati da medi a molto spessi, risedimentate, alternate ad arenarie siltose e siltiti marnose grigiastre con A/P < 10. Alla base è stata localmente distinta una litofacies arenitica (PAT3a) con A/P > 10. Eteropia e interdigitazione con PAT. Potenza fino a 150 m.

TER – Formazione del Termina

Marne argillose, siltose, talora debolmente sabbiose, grigio-scuere, fossilifere (Lamellibranchi, Gasteropodi, Echinidi piritizzati) con rari strati medi di areniti carbonatiche giallastre e sporadici strati medi e sottili di arenarie gradate, marroni o grigie, con granulometria media e grossolana, ricche in bioclasti e glauconite. Talora presenti concerzioni diagenetiche di Barite (ba). Stratificazione poco marcata sia per scarsa classazione granulometrica che per bioturbazione. Localmente frequenti depositi caotici per risedimentazione in massa. Possono essere presenti rari livelli di peliti nerastre con lamine piano-parallele, bituminose, alternate a biosiltiti grigio

chiaro o biancastre. Ambiente di scarpata e margine bacino con apporti torbiditici e frane sottomarine. Il limite inferiore è stratigrafico con CIG, tettonico con AVS e PAT. La potenza totale della formazione può raggiungere alcune centinaia di metri. Serravalliano terminale - Messiniano inf.

TER2 - Membro di Montebaranzone

Torbiditi arenaceo-pelitiche cui si intercalano, nella parte alta, livelli calcarei. A/P generalmente > 1; sono presenti intervalli decametrici di strati da medi a molto spessi con base erosiva e, talora, con impronte di fondo, alternati a intervalli di strati caratterizzati da stratificazione sottile. Al tetto affiora uno strato molto spesso ricco di bioclasti e biosomi (in particolare di *Lucinae*). Le areniti sono da mediamente a poco cementate, di colore grigio, marrone se alterate, gradate da medie a fini che passano ad argille marnose parzialmente siltose grigio scuro o grigio verde. Le areniti sono classificabili come arcose litiche a prevalenti litici sedimentari e metamorfici di basso grado. Sono presenti livelli discontinui di slump e livelli di argille marnoso-siltose scure per l'abbondanza di materiale proveniente da AVS o APA, a struttura anch'essa caotica e matrice argillosa clastica. La potenza massima del membro è di alcune centinaia di metri.

DOMINIO LIGURE

APA – Argille a palombini

Argilliti ed argilliti siltose grigio scure, più raramente verdi, rossastre o grigio-azzurrognole, fissili (nella pelite è spesso presente un clivaggio scaglioso a carattere pervasivo), alternate a calcilutiti silicizzate grigio chiare e grigio-verdi, biancastre in superficie alterata, talvolta con base arenitica da fine a grossolana, in strati da medi a spessi (molto spesso discontinui per motivi tettonici) e più rari calcari marnosi grigi e verdi in strati spessi. Rapporto Argilla/Calcare quasi sempre >1. Frequenti intercalazioni di siltiti ed arenarie torbiditiche fini (talora mangesifere) a tetto pelitico in letti molto sottili e sottili di colore grigio scuro (o beige se alterate) e di calcareniti medio-grossolane in strati da medi a spessi. La formazione in genere è intensamente deformata con perdita dell'originario ordine stratigrafico alla scala dell'affioramento; gli strati calcilutitici sono spesso "boudinati", a luoghi silicizzati, pervasivamente fratturati e caratterizzati da una fitta rete di vene di calcite, spalmature verdastre sulle superfici di strato e frattura concoide. All'interno della formazione sono talora stati cartografati lembi di ofioliti (of) giurassiche, fino a decametrici, spesso distinte in: brecce ofiolitiche (bo), basalti: †, basalti brecciati (Bb); gabbri: ga, serpentine: -. Sedimentazione pelagica argillosa, intervallata da risedimentazione di fanghi carbonatici. Contatti ovunque tettonici o non affioranti. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad alcune centinaia di metri. Cretaceo inf. - Turoniano

AVN - argille e calcari del Torrente Lavinello

Argilliti rosse, rosate e grigie, con intercalati spezzoni di strato (da sottilissimi a molto spessi) e "boudins" di calcilutiti grigio chiare e verdastre e di calcareniti fini, biancastre e rosate o verdognole e marne grigio chiare. Presso Case Costa argilliti fissili grigio-verdi notevolmente silicizzate con, a luoghi, siltiti nere in strati sottili e sporadiche calcilutiti in strati da sottili a medi. Contatti tettonici con le formazioni circostanti. Potenza massima stimabile in oltre 100 m. Campaniano sup.?- Ypresiano

AVS – Argille varicolori della Val Samoggia

Argilliti, talora siltose, rosse, grigio scure, nere, verdi sottilmente stratificate, con intercalati sottili livelli di arenarie fini e medie grigio scure e violacee, marne verdi, grigie o biancastre, calcari micritici silicizzati grigio-verdastri, grigio chiari o biancastri, talora a patine mangesifere. Locali evidenze di trasposizione, talora pressoché totale, foliazione e “layering tettonico” alla scala metrica, boudins di siltiti brune e verdastre, mangesifere, caotiche per intensa tettonizzazione. All'interno della formazione sono talora stati cartografati lembi di brecce ofiolitiche (bo). Nell'area del Foglio 237 localmente presenti brecce poligeniche grigie a matrice argillosa. Sedimentazione pelagica intervallata da correnti di torbidità distali. Contatti ovunque tettonici. Potenza geometrica della formazione di qualche centinaio di metri. Cretacico inf.-Eocene inf.

AVSa – litofacies arenacea

Intervalli arenacei, con arenarie in strati da molto sottili a medi, talora gradate, a granulometria da fine a finissima, di colore grigio (beige o rossastro se alterate), alternate a peliti ed argille marnose grigio scuro; rapporto A/P generalmente $<1/3$; lo spessore di questi livelli è inferiore al centinaio di metri e la loro estensione laterale inferiore al km. Presenza saltuaria di successioni preservate costituite da calcilutiti marnose verdi o biancastre in strati da sottili a spessi ed intercalazioni di argilliti rosso scuro e verdi. Contatti tettonizzati con AVS. Potenza geometrica variabile da alcune decine ad un centinaio di metri.

AVSb - litofacies a brecce argillose

Brecce poligeniche in corpi lenticolari a matrice argillitica grigia o grigio scura e clasti di prevalenti calcilutiti biancastre o di SCB e AVS. Tessitura da mud e debris-flow; intercalate stratigraficamente in AVS, nel Foglio 220 nella parte alta della formazione. Sedimentazione da colate gravitative sottomarine. Spessore massimo circa 200 m.

AVSac – litofacies argilloso-calcareo

Alternanze argilloso calcaree di argille nerastre fissili e calcari in strati da medi a grossolani, prevalentemente frammentati in blocchi (boudins) a causa del severo grado di tettonizzazione o calcari marnosi biancastri.

AVV – Argille varicolori di Cassio

Argilliti scure, rossastre o rosate, verdi e nerastre, con stratificazione (quando preservata) da molto sottile a sottile, in cui si intercalano livelli sottili di torbiditi arenaceo-pelitiche grigie, calcilutiti silicee grigiastre o verdognole gradate in strati da medi a spessi e calcilutiti marnose spesse grigio chiaro, litareniti grossolane in strati da medi a spessi e microconglomerati con elementi di basamento cristallino. Localmente distinta una litofacies a brecce argillose (AVVm). Localmente elevato grado di tettonizzazione che rende quasi irriconoscibile l'originaria stratificazione. Ambiente di sedimentazione pelagico e profondo, con apporti torbiditici. In contatto tettonico su APA. La potenza affiorante è variabile, può raggiungere circa 100 m. Cenomaniano sup. - Campaniano terminale.

FPG – Formazione di Poggio

Argilliti siltose rosso mattone, grigie e subordinatamente verdognole, con strati sottili di

feldspatoareniti a granulometria fine, di colore biancastro e grigio, scarsamente cementati, frequentemente in boudins. Sono presenti spezzoni di strati calcarenitici e marnosi. Presenti ichnofossili di dimensioni da centimetriche a decimetriche, ben visibili per il maggiore grado di cementazione o ricristallizzazione in minerali di Ba. Ambiente deposizionale di scarpata o di alto strutturale, con apporti torbiditici silicoclastici. I contatti sono generalmente meccanici con AVS o APA. La potenza massima è di un centinaio di metri. Paleocene – Eocene inf.

FPGa - litofacies arenacea

Torbiditi in strati sottili e medi con basi feldspatoarenitiche e tetto pelitico verdastro e grigio con patine mangesifere; rapporto A/P da ≥ 1 a < 1 ; si intercalano strati sottili di calcilutiti marnose con Fucoidi; potenza di qualche decina di metri.

FPG1 - Membro di Rio delle Praterie

Depositi di colata, intercalati in argilliti rossastre, con matrice argillosa simile ai depositi caotici della successione epiligure. La matrice di questa breccia poligenica è sempre grigio scura, con inclusi di calcilutiti biancastre, areniti e calcari marnosi; la dimensione del pezzame varia da qualche decimetro ad oltre un metro. Presenti in prossimità del contatto con AVS blocchi di argilliti verosimilmente appartenenti a questa formazione. Spessore di qualche decina di metri.

MOH – Formazione di Monghidoro

Torbiditi arenaceo-pelitici in strati generalmente spessi, raramente molto spessi, con rapporto A/P $\geq 2/1$. Si intercalano intervalli metrici di strati sottili e medi con rapporto A/P = $1/2$. Le arenarie sono gradate con base a granulometria da media a grossolana, talora microconglomeratica, localmente poco cementate, di colore grigio scuro ma generalmente marroni o giallastre per alterazione ed ossidazione dei minerali ferici; passano ad argilliti più o meno siltose di colore nerastro. Nella parte bassa della formazione sono presenti torbiditi a base arenacea e tetto calcareo-marnoso con abbondanti tracce di fucoidi, talora cartografate (am). Localmente distinte: la litofacies arenacea (MOHa), caratterizzata da strati da sottili a spessi con rapporto A/P $\gg 1$, potente fino a 300 m; la litofacies pelitico-arenacea (MOHb), caratterizzata da strati sottili pelitico-arenacei con rapporto A/P < 1 ; la litofacies calcareo-marnosa (MOHc), caratterizzata da banchi plurimetrici di marne calcaree intervallate a spessori decametrici di strati arenaceo-pelitici (A/P variabile da $1/1$ a $1/2$). Torbiditi di piana bacinale. Limite inferiore graduale su MOV, dove non tettonizzato. La potenza geometrica massima è di qualche centinaio di metri. Maastrichtiano sup. – Paleocene.

MPA - formazione di Montepastore

Alternanze torbiditiche calcarenitico-marnose in strati da medi a molto spessi e in banchi. Base degli strati biocalcarenitici, da fine a grossolana, passante a marna calcarea biancastra. Rari orizzonti di biocalciruditi e biocalcarenitici a macroforaminiferi. Contatti tettonici con le formazioni circostanti. Potenza di alcune decine di metri. Ypresiano - Luteziano (NP12 - NP15)

PAT – Formazione di Pantano

Areniti siltose fini e finissime, grigie (beige se alterate), alternate a peliti marnose e siltose grigio-chiare; stratificazione generalmente poco marcata o addirittura impercettibile a causa dell'intensa bioturbazione, quando visibile di spessore medio; sono presenti resti di Echinidi,

Gasteropodi e Lamellibranchi. Alla base talora affiorano delle areniti glauconitiche. Talora la parte alta degli strati arenacei è gradata e con laminazione ondulata. Localmente si intercalano strati arenacei risedimentati medi, mal strutturati, di colore nocciola. Verso l'alto affiorano livelli di marne siltose grigio-azzurre laminate. Il limite inferiore è netto, discordante, su CTG; talora la base è elisa tettonicamente. Sedimentazione in ambiente da litorale a piattaforma esterna. La potenza è fino a circa 500 m. Burdigaliano sup.-Langhiano inf.

SAG – Formazione di Savigno

Torbiditi arenaceo-pelitiche e calcareo-marnose; formazione suddivisa in due membri con passaggio sfumato. Ambiente di sedimentazione di mare aperto e profondo, con frequenti apporti torbiditici. Limite inferiore stratigrafico con FPG. Contatti spesso tettonici con AVS. Potenza fino a 600 metri. Ypresiano – Luteziano.

SAG2 - Membro di San Prospero

Torbiditi calcareo-marnose gradate, in strati da sottili a banchi, con base calcarenitica fine di colore grigio chiaro e biancastro che passa a marne grigie. Si alternano a pacchi di torbiditi arenaceo-pelitiche in cui la frazione carbonatica è pressoché assente; le arenarie di questi intervalli sono quarzoso-feldspatiche e micacee, a grana medio-fine; gli strati variano da sottili a spessi, di colore grigio-beige o grigio-marrone e grado di cementazione medio. Localmente presente una litofacies più pelitica. Potenza parziale fino a 300 m.

SAG1 - Membro di Villa

Torbiditi arenaceo-pelitiche in strati medi, con rapporto A/P variabile tra 1/2 e 2/1; le arenarie sono quarzoso-feldspatiche, fini, da mediamente a poco cementate, di colore grigio o beige; le peliti sono generalmente siltose, di colore grigio scuro o marrone; sono presenti intervalli di strati sottili con arenarie nettamente subordinate. Talora affiorano anche livelli da medi a spessi di calcilutiti silicee biancastre o grigio chiare, marroni se alterate. Potenza parziale fino a 300 m.

SCB – Arenarie di Scabiazza

Torbiditi arenaceo-pelitiche con arenarie da molto sottili a medie, mal strutturate e poco cementate, talora gradate, con granulometria da fine a finissima, di colore grigio (beige o rossastro se alterate) e argille e argille marnose grigio scuro molto sporche; rapporto A/P < 1 o uguale a 1. Presenza saltuaria di calcilutiti marnose verdi o biancastre e marne calcaree grigio-chiare in strati da sottili a spessi e argilliti varicolorate. Questi litotipi, alla scala dell'affioramento, talora mostrano “boudinage” e si presentano inglobati in peliti. Ambiente deposizionale di piana bacinale con frequenti apporti torbiditici. La formazione sembra avere rapporti di eteropia con AVV mentre i contatti con APA sono meccanici. Potenza geometrica affiorante può raggiungere alcune centinaia di metri. Turoniano sup. - Campaniano inf.

DOMINIO SUB-LIGURE

ARB - Arenarie di Ponte Bratica

Torbiditi arenaceo-pelitiche in strati da sottili a medi costituiti da areniti grigio-giallastre fini o medie passanti a marne argillose grigie. Contatti tettonici con le formazioni circostanti. Potenza massima parziale di oltre 100 m. Chattiano – Aquitaniano.

ARBm - litofacies marnosa

Marne compatte grigie o verdastre.

2.2 PERICOLOSITÀ TERRITORIALE GENERALE

2.2.1 Sismicità

2.2.1.1 SISMICITÀ DELL'AREA BAZZANESE

L'elevata sismicità che caratterizza la penisola italiana è strettamente connessa al suo contesto tettonico-strutturale e quindi alla presenza di strutture geologicamente "attive"³⁹. Alla base di ogni stima della pericolosità sismica di un territorio vi è dunque l'indispensabile conoscenza della sua storia sismica (cioè di tutte le informazioni sui sismi avvenuti nel passato⁴⁰) e della geologia strutturale locale, entrambe strettamente connesse tra loro.

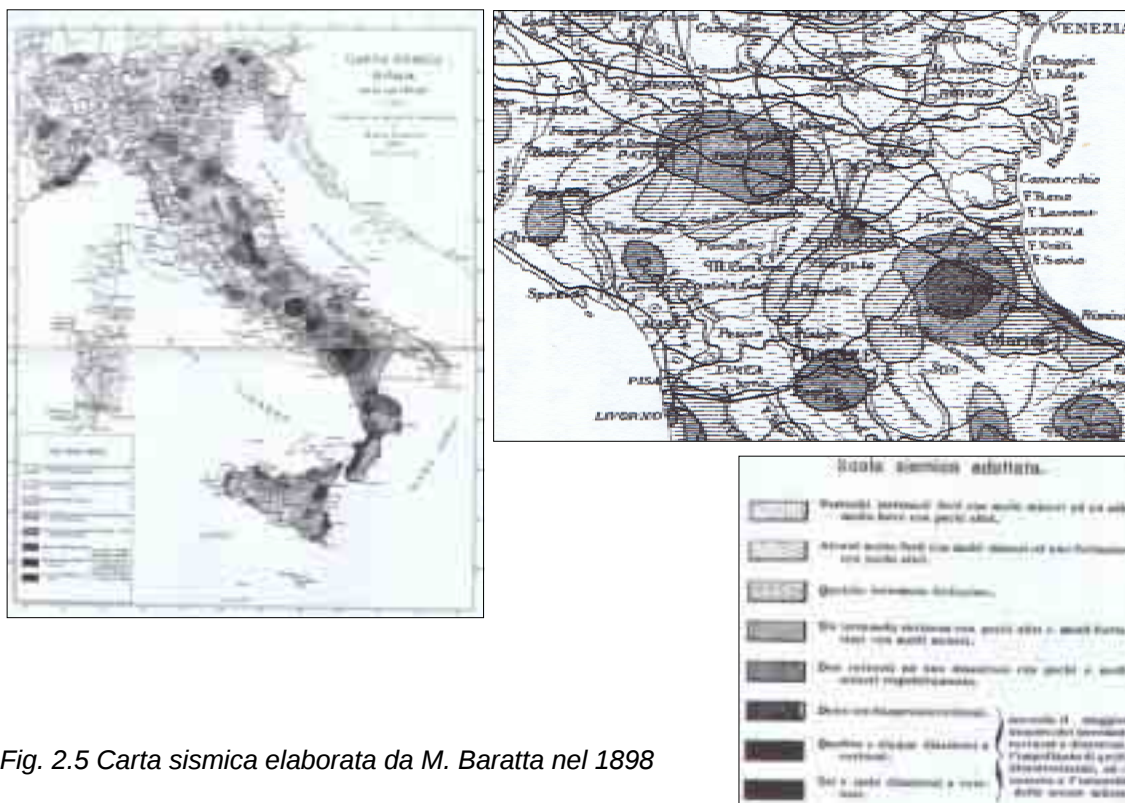


Fig. 2.5 Carta sismica elaborata da M. Baratta nel 1898

³⁹ La definizione di faglia <<attiva>> è ancora fonte di accese discussioni scientifiche tra i vari Autori, riferendosi alla possibilità di riattivazione in un intervallo temporale che possa interferire con la nostra società: dall'olocenico (circa 12.000 anni, secondo l'U.S. E.P.A.,1981), al "regime tettonico corrente" (Muir Wood & Mallard, 1992).

⁴⁰ Tralasciando la letteratura classica e medioevale (ricche di particolari, spesso anche assai fantasiosi..) il primo catalogo dei terremoti italiani risulta di Don M. Bonito (1631) che ne descrive oltre 1.400. Si deve poi a Pignataro (1786) il primo tentativo di stabilire una scala di intensità sismica (le scosse erano contrassegnate con i simboli F^I , F^{II} , F^{III} , F^{IV} , con una quinta classe catastrofica contrassegnata da una croce di Malta). Il primo rudimentale sismografo fu inventato alla fine del 1700 dall'astronomo Cacciatori. È interessante ricordare che già nel 1898 lo studioso Baratta aveva elaborato una zonizzazione sismica italiana ancora prima che Mercalli introducesse la sua scala d'intensità (fig. 2.5)

Le evoluzioni scientifiche e tecnologiche susseguitesi in particolare dal 1800 hanno permesso catalogazioni sempre più dettagliate dei terremoti, analisi più raffinate dei meccanismi di innesco e di propagazione dei sisma e una progressiva migliore conoscenza delle zone o delle strutture responsabili della sismicità ("zone" o "sorgenti sismogenetiche") presenti nel territorio italiano.

Recentemente la nostra Regione, a conclusione di un lungo lavoro iniziato alla fine degli anni '70 del secolo scorso, ha prodotto la <<Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna>> (edita nel 2004) alla scala 1:250.000 che riporta gli epicentri dei terremoti noti con Magnitudo $M > 4$, le strutture attive e quelle potenzialmente sismogenetiche (della catena appenninica, del suo margine e quelle correlate alle strutture del sottosuolo padano-adriatico) ed i relativi meccanismi focali tettonici.

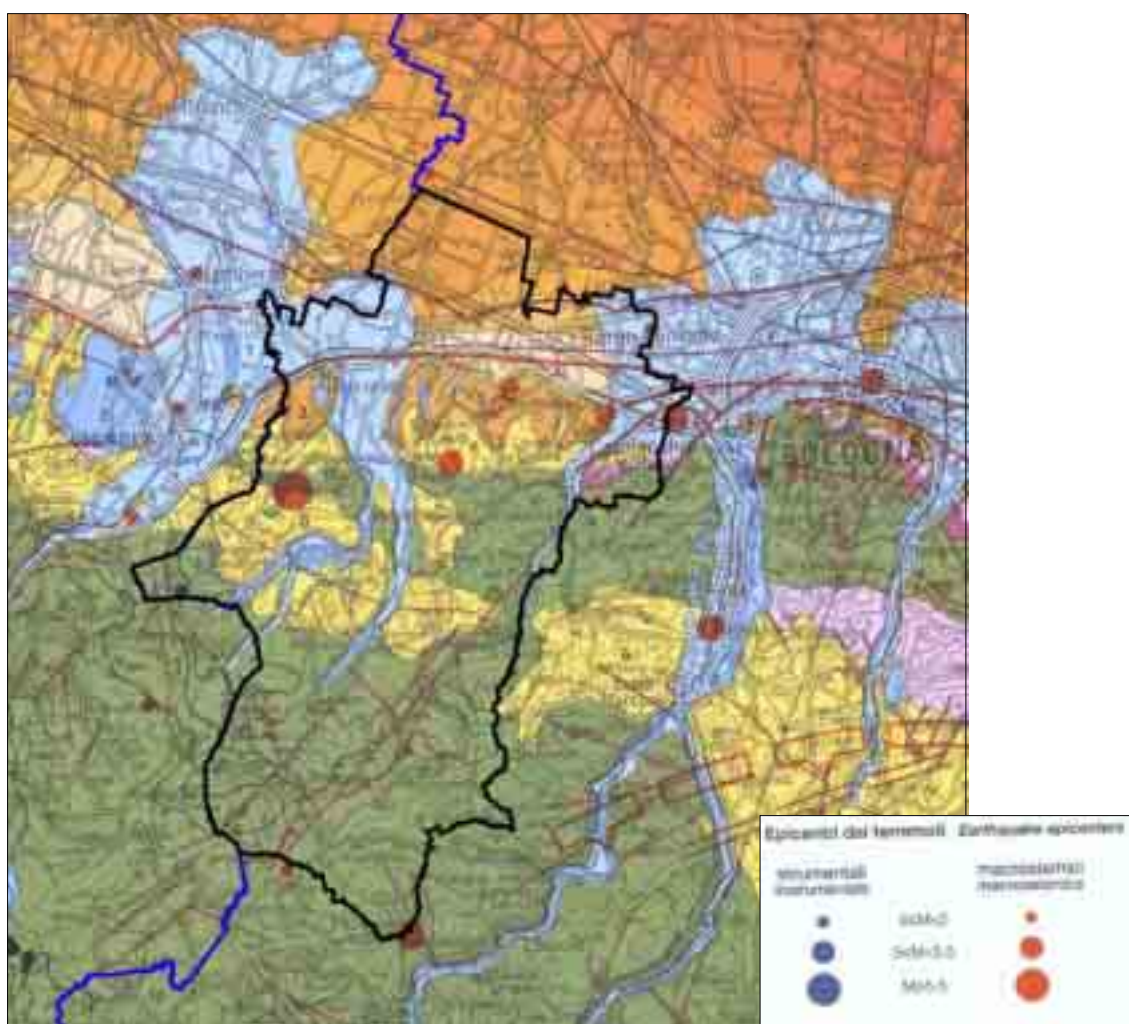


Fig. 2.6 Estratto della Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna (2004), con sovrapposta l'area di studio (perimetrata in nero). Si riporta uno stralcio della legenda relativa alla classificazione degli ipocentri dei terremoti strumentali di $M_w > 4$ (che non risultano rilevati nell'area di studio) e l'epicentro dei più significativi effetti macrosismici. La fonte regionale è il catalogo parametrico nazionale dei terremoti storici (CPTI, 1999).

A livello nazionale si è giunti, attraverso varie fasi di studi e revisioni, all'ultima zonazione sismogenica del territorio nazionale nota con la semplice sigla "ZS9" (2004) prodotta dall'Istituto

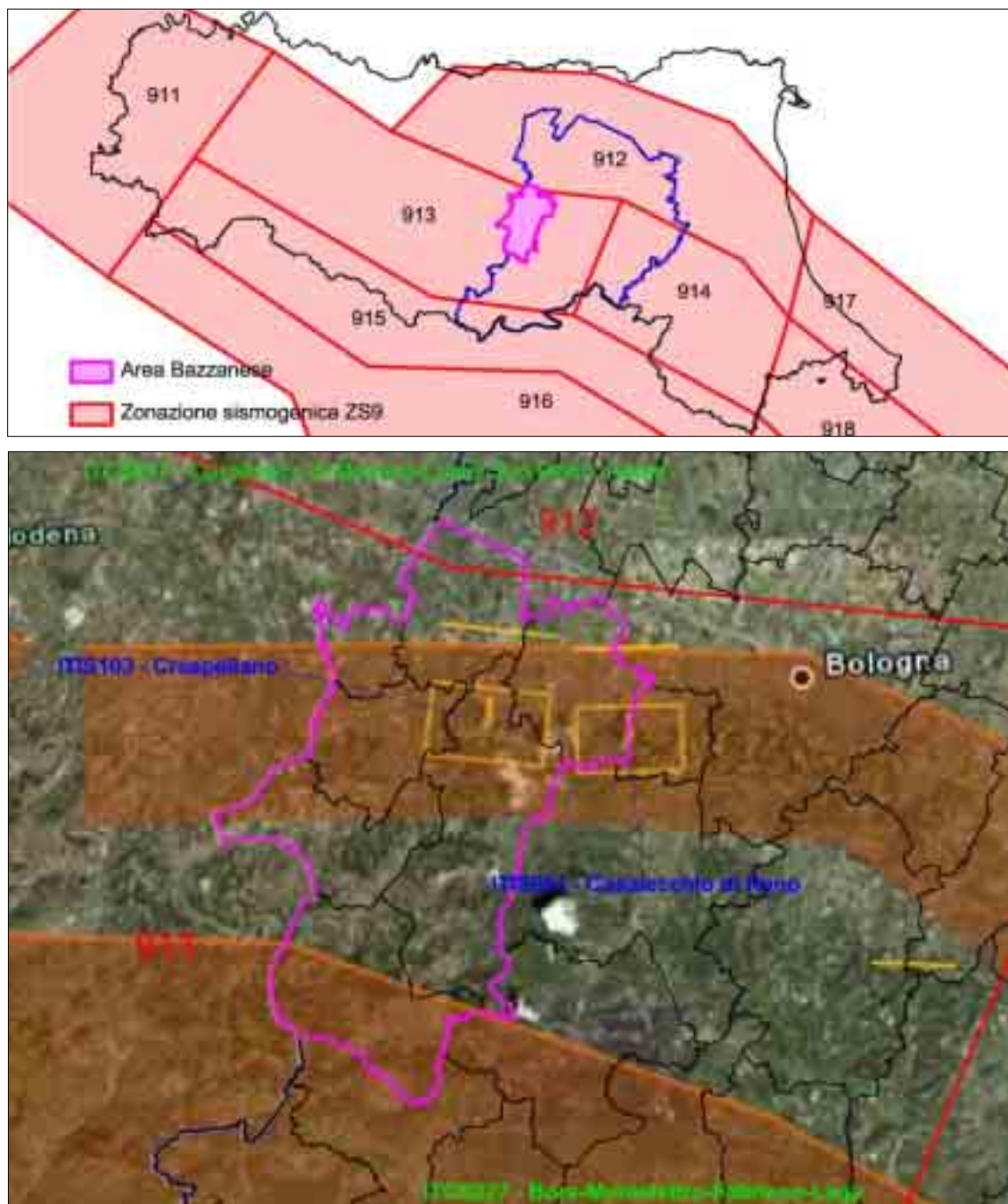


Fig. 2.7 Zonazione sismogenetica ZS9 e distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute in DISS 3.1 (foto aerea: Google Earth). Le sigle numeriche corrispondono alle "zone" sismogenetiche desunte dalla ZS9; le sigle ITCS corrispondono alle "zone" mentre le sigle ITIS corrispondono a "sorgenti" sismogenetiche della B/D DISS (versione aggiornata 3.1).

Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), che rappresenta il più recente riferimento per gli studi di pericolosità sismica del territorio italiano. Questa zonazione è stata elaborata riferendosi anche ai più recenti background informativi sui terremoti ed in particolare le ultime banche dati

relative alle sorgenti sismogeniche italiane DISS⁴¹ 2.0 ed il già citato catalogo CPTI⁴².

La figura 2.7 propone la sovrapposizione del territorio dell'Area Bazzanese con la zonazione ZS9 e con la distribuzione delle sorgenti sismogenetiche contenute nel database più aggiornato e disponibile DISS 3.1. Si evince che l'area studiata ricade nella zona 913 (Appennino Emiliano-romagnolo) cioè in una delle zone in cui è stato scomposto longitudinalmente l'arco appenninico settentrionale e centrale da Parma fino all'Abruzzo. In questa zona si verificano terremoti prevalentemente compressivi fino al suo margine, ma anche per meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo della struttura appenninica e ad essa viene attribuita una magnitudo massima $M = 5,91$. Tutta la fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo (fonte: INGV).

La banca dati DISS 3.1 riporta due fasce sismogenetiche (contenute nella zona 913) che ricadono nell'area di studio:

- la ITCS027 e rappresenta una lunga fascia di territorio che comprende anche il territorio appenninico settentrionale di Savigno; la sua magnitudo stimata è pari a $M_w = 6,2$ ed è derivata dalle magnitudo dei terremoti più significativi associati a questa zona e comunque lontani dall'area studiata: Fabriano, 1741, Cagli, 1781, Camerino, 1799, Sarnanno, 1873);
- la ITCS047 che interessa i territori appenninici e pedeappenninici di Castello di Serravalle, Monteveglio, Monte San Pietro, Zola Predosa, Crespellano e Bazzano (con una magnitudo stimata di $M_w = 5,6$ derivata dalle magnitudo dei terremoti più significativi: bolognesi, 1505 e 1929, modenesi, 1399).

In particolare la banca dati DISS 3.1 evidenzia due sorgenti sismogenetiche che interessano l'Area Bazzanese :

- "ITIS103 – Crespellano" a cui è attribuita una magnitudo $M_w = 5,6$ associata al terremoto del 20 aprile 1929 (fonte: CPTI, 2004); sono documentati danni ad edifici ed infrastrutture con intensità pari al grado VII della scala Mercalli⁴³ (Zecchi, 1982) ed anche effetti indotti dal sisma: frane, fratture superficiali, emissioni di gas (Boschi et al., 2000)
- "ITIS091 – Casalecchio di Reno" a cui è attribuita una $M_w = 5,5$ associata al terremoto bolognese del 3 gennaio 1505 (fonte: CPTI, 2004); la zona epicentrale è stata stimata tra Zola Predosa e Bologna e sono documentati danni più consistenti a Zola Predosa, Bologna e S. Lorenzo in Collina (grado IX della scala Mercalli, cfr. Zecchi, 1882) ed i seguenti effetti indotti dal sisma: frane, fratture superficiali (Boschi et al., 2000), effetti di liquefazione a Zola Predosa (Prestininzi e Romeo⁴⁴, 2000)

La porzione più a nord della pianura di Crespellano è invece compresa nella zona 912 (ZS9)

41 <<Database of Potential Sources for Earthquake Larger than M5.5 in Italy>> (Valensise e Pantosti, 2001)

42 "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani", Gruppo di lavoro CPTI, 1999-2002

43 La scala Mercalli è una classificazione che misura l'intensità di un terremoto tramite gli effetti che esso produce su persone, cose e manufatti ed è stata introdotta nel 1902 dall'omonimo sismologo.

44 Effetti di liquefazione a Zola Predosa vengono evidenziati anche nel <<Nuovo catalogo nazionale dei processi di liquefazione avvenuti in occasione dei terremoti storici in Italia>> (Galli e Meloni, 1993)

che rappresenta la fascia più esterna dell'arco appenninico settentrionale. In quest'ultima la sismicità è infatti correlabile alla tettonica attiva del fronte compressivo del margine appenninico sepolto più avanzato che giunge fino all'attuale Po (le più lontane fasce sismogenetiche ITCS050 "Poggio Rusco-Migliarino" e ITCS051" Novi-Poggio Renatico, hanno rispettivamente una magnitudo attribuita $M_w = 5,5$ e $M_w = 5,9$).

In conclusione sia gli studi nazionali che quelli regionali attribuiscono al territorio studiato una pericolosità "media" (ma già la carta sismica di Baratta del 1898 cioè di oltre 110 anni fa arrivava allo stesso risultato!). Gli studi di microzonazione sismica locale dovranno tenere conto di questo grado di sismicità e assumere cautelativamente, per la stima degli effetti locali (es, stabilità dei versanti, liquefazione..), terremoti con una magnitudo di riferimento pari a $M_w = 5,9$ come spiegato in questo paragrafo.

2.2.1.2 NORMATIVA SISMICA DI RIFERIMENTO

Il panorama legislativo in materia di pericolosità sismica (propedeutica alla programmazione territoriale ed alla progettazione ed alla verifica delle costruzioni) è stato profondamente trasformato dalle recenti normative nazionali e regionali.

NORMATIVA SISMICA APPLICATA ALLE COSTRUZIONI

Dal punto di vista puramente geotecnico e finalizzato alla progettazione, a livello nazionale si ricordano l'Ordinanza PCM. n. 3274/2003, il D.M. 159/2005, l'Ordinanza PCM. n. 3519/2006 ed infine le recentissime nuove Norme Tecniche per le costruzioni (D.M. del 14/01/2008) entrate in vigore dal 1 luglio 2009. A questa legislazione, si aggiunge il lavoro dell'Associazione Geotecnica Italiana <<aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica: linee guida>>. L'A.G.I. ha finora elaborato una edizione provvisoria del testo, pubblicata nel 2005.

L'Ordinanza PCM. n. 3274/2003 (Allegato 1), ha disposto anche nuovi criteri per la valutazione preliminare della risposta sismica del sottosuolo stabilendo in questo senso:

- una nuova classificazione dei Comuni nazionali, secondo quattro diversi gradi di pericolosità sismica espressa in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni;
- una nuova classificazione del sottosuolo in "categorie di suolo di fondazione", basata sulla stima di alcuni parametri fondamentali (V_s , N_{spt} , c_u , profondità del bedrock).

L'OPCM 3274/2003 non è mai entrata in vigore ma le classificazioni sono state riprese nelle norme tecniche per le costruzioni D.M. 159/2005 e successivo D.M. 14/01/2008. La tabella sottostante, riassume la classificazione del sottosuolo vigente secondo le citate "categorie":

Sottosuolo di fondazione	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		V_{s30} (m/s)	N_{spt}	C_u (kPa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	> 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s			
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi	< 100		< 20

	di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua			> 10
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			

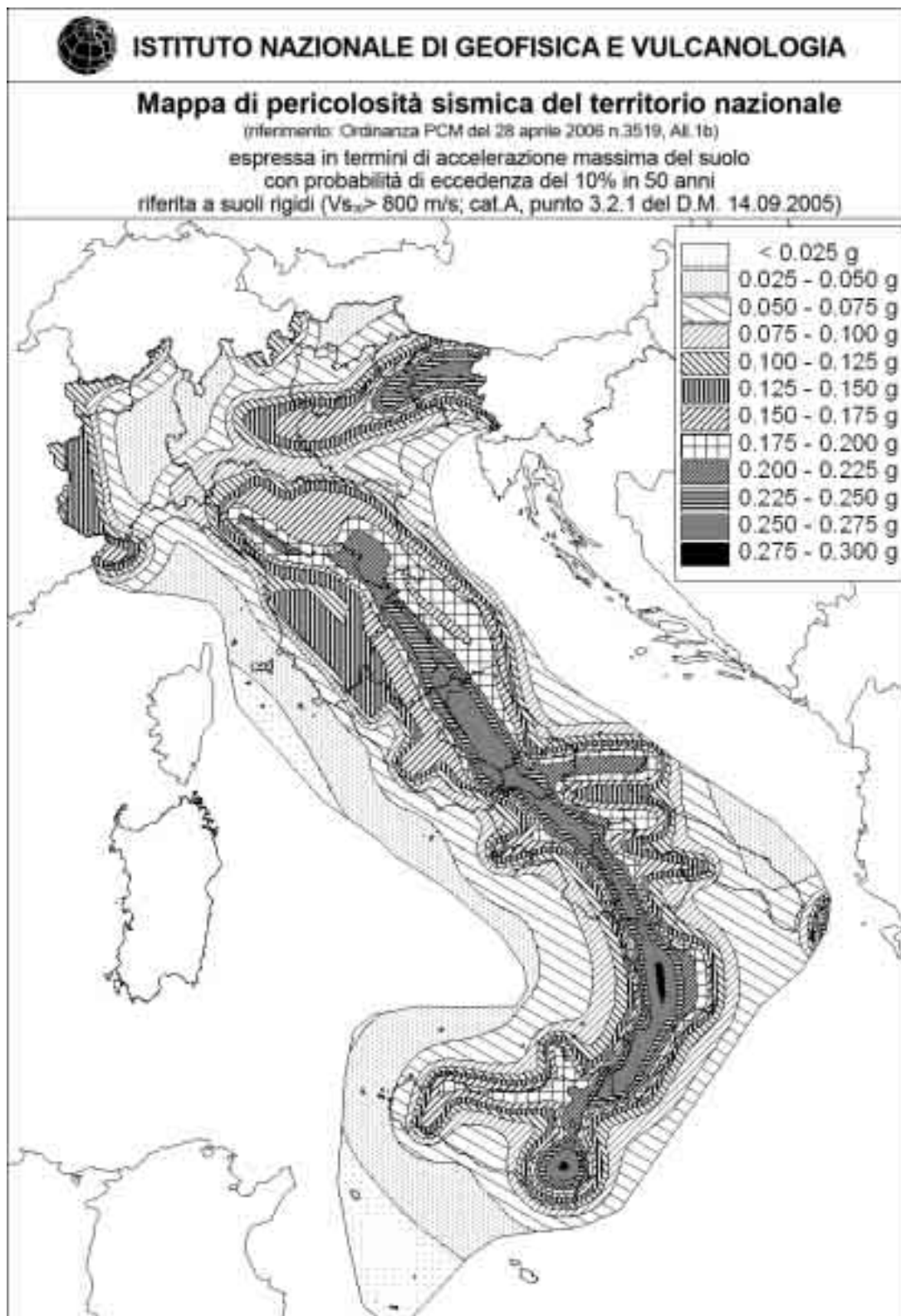


Fig. 2.8 Mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale, pubblicata nell'Ordinanza PCM. n. 3519/2006

La classificazione vista sopra, è stata successivamente integrata dall'Ordinanza PCM. n. 3519/2006, con la pubblicazione della mappa della pericolosità sismica di riferimento per tutto il territorio nazionale (figura 2.8) e di una tabella che attribuisce i valori di a_g orizzontale massima da utilizzarsi per la costruzione degli spettri di risposta, così come riportato nelle precedenti Norme Tecniche per le Costruzioni del 2005 (D.M. 159/2005).

ZONA	ACCELERAZIONE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI [a_g]	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE MASSIMA CONVENZIONALE DI ANCORAGGIO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO [a_g]
1	$0,25 < a_g \leq 0,35 g$	$0,35 g$
2	$0,15 < a_g \leq 0,25 g$	$0,25 g$
3	$0,05 < a_g \leq 0,15 g$	$0,15 g$
4	$a_g \leq 0,05 g$	$0,05 g$

In pratica, per effetto del periodo transitorio di applicazione e delle successive proroghe, il D.M. 159/2005 è risultato vigente soltanto per pochi giorni e sostituito dall'entrata in vigore (dal 1 luglio 2009) delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14/01/2008). Queste ultime norme impongono nuovi e precisi criteri prestazionali di verifica dell'azione sismica nella progettazione delle nuove opere ed in quelle esistenti, valutata mediante una analisi della risposta sismica locale. In assenza di queste analisi, la stima preliminare dell'azione sismica può essere effettuata sulla scorta delle "categorie di sottosuolo" sopra citate e della definizione di una <<pericolosità di base>> fondata su un reticolo di punti di riferimento, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto a velocità costante T^*c). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

NORMATIVA SISMICA PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

In questo contesto nazionale di novità normative, seppur caotiche, la Regione Emilia-Romagna ha elaborato ed approvato (con Delibera Regionale n. 112 del maggio 2007) gli <<Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica>>, in coerenza con la L.R. n.20/2000 <<Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio>>.

Gli Indirizzi, sono stati elaborati sulla scorta degli esiti delle indagini sismiche che la Regione Emilia-Romagna ha effettuato nel territorio regionale a partire dalla fine degli anni '70 del secolo scorso. In questo senso, la delibera fornisce tabelle e formule propedeutiche alla valutazione preliminare dell'amplificazione locale, dati che tengono conto delle caratteristiche sismiche

riscontrate nel contesto regionale.

Il documento fornisce anche i dati fondamentali per valutazioni più accurate della risposta sismica: lo spettro di risposta normalizzato per l'Emilia-Romagna (per $T_r = 475$ anni e smorzamento del 5%); i valori di $a_{g,ref}$ di ogni Comune ed i segnali di riferimento (accelerogrammi), anch'essi già scalati per ogni singolo Comune.

Per quanto riguarda i criteri da seguire per gli studi di pericolosità e di microzonazione sismica, la direttiva regionale, definisce due "step" di analisi da completarsi con tre diversi livelli di approfondimento:

- 1) la prima fase di studio, che corrisponde ad un livello conoscitivo preliminare, deve definire gli scenari di pericolosità sismica, cioè deve consentire l'individuazione delle aree soggette ad effetti locali in caso di sisma (amplificazione dell'impulso sismico, instabilità dei versanti, fenomeni di addensamento/liquefazione, cedimenti dei terreni, ecc.). Questa prima fase, deve essere elaborata ad una scala territoriale provinciale o comunale in ossequio alle indicazioni riportate nell'allegato A1 della delibera. Le sedi adeguate per affrontare queste analisi preliminari sono il quadro conoscitivo del PTCP o quello del PSC (anche in forma associata).
- 2) la seconda fase di studio deve giungere alla valutazione della risposta sismica locale ed alla microzonazione del territorio ed è necessaria per l'approvazione degli strumenti di pianificazione urbanistica comunale. Lo studio è limitato alle aree già insediate o di previsione urbanistica, solamente se ricadenti nelle aree potenzialmente soggette ad effetti locali (individuate nella prima fase). In funzione degli esiti di pericolosità sismica individuati con il primo livello, si dovrà proseguire con l'ulteriore approfondimento con questi criteri:
 - 2.a nelle <<aree pianeggianti e sub-pianeggianti, incluse le zone di fondovalle appenniniche, con stratificazione orizzontale o sub-orizzontale, e sui versanti stabili con acclività $\leq 15^\circ$ in cui il deposito di spessore è costante>> la delibera indica sufficiente concludere lo studio di pericolosità sismica con un'"analisi semplificata", cioè con l'elaborazione di una cartografia di microzonazione sismica che definisce i "coefficienti di amplificazione" ricavati sulla base delle tabelle a formule riportate in appendice nella stessa delibera (allegato A2);
 - 3.a il terzo livello conoscitivo, invece, deve essere affrontato nei casi di <<aree soggette a liquefazione e densificazione, aree instabili e potenzialmente instabili, aree in cui le coperture hanno spessore fortemente variabile come ad esempio nelle aree pedemontane e di fondovalle a ridosso dei versanti, aree in cui è prevista la realizzazione di opere di rilevante interesse pubblico>>. In questi casi, l'analisi più approfondita deve espletare le verifiche quantitative dei potenziali effetti indotti da sisma (liquefazione/addensamento, instabilità di versante, cedimenti) e deve comprendere l'elaborazione di specifiche modellazioni della risposta sismica locale riferita alle aree da indagare ed in termini di rapporti PGA/PGA_0 e SI/SI_0 (allegato A3).

2.2.2 Esondabilità

I Piani Stralcio (PSAI) per il Bacino del Samoggia e del Reno ed il PAI del Po⁴⁵ forniscono il riferimento delle conoscenze fisiche relative ai bacini idrografici compresi nell'area di studio.

In particolare, per il contesto di pericolosità idraulica si sono assunti i dati contenuti nelle tavole aggiornate al 2007 del PSAI per il Bacino del T. Samoggia: gli alvei "attivi", le aree ad alta probabilità di inondazione (tempi di ritorno – TR – fino a 30 anni), le fasce esondabili con TR 200 anni, le aree con possibilità di sormonto d'argine ed infine le aree di potenziale allagamento. La zonizzazione delle aree ad alta probabilità di inondazione rappresenta una novità rispetto al precedente Piano ed inoltre vengono individuate anche le zone a rischio da elevato a molto elevato che corrispondono ad aree di elevato pericolo di inondazione con "bersagli sensibili" (insediamenti urbani oppure elementi di elevato interesse socio-economico).

Oltre ai dati citati si sono considerate le informazioni anche storiche (dal 1949 fino al 2003) della Protezione Civile relative agli allagamenti minori di pianura. Un'attenta analisi ed elaborazione di questi ultimi dati effettuati da Viel (2002) e Viel & Sangiorgi (2004) ha consentito di disporre di accurate delimitazioni delle aree di pianura allagate negli ultimi 50 anni circa e di individuare anche zone in cui gli allagamenti si sono ripetuti nel tempo.

Il quadro delle criticità idrauliche più significative, riportate anche nelle tavole delle criticità geologiche (serie QC.B2.02), è dunque il seguente:

- 1) nel contesto di fondovalle, è il Torrente Ghiara ad indurre un'ampia zona con alta probabilità di esondazione che va ad interferire anche con una parte dell'abitato di Monteveglio (sinistra idrografica nel tratto d'ansa che lambisce il capoluogo poco prima della confluenza con il Samoggia). A quest'area è dunque attribuita un elevato rischio idraulico. È importante segnalare che già nel 2003 lo studio idraulico, effettuato nell'ambito di elaborazione delle analisi conoscitive per il PSC di Monteveglio e coordinato dal dott. geol. Viel, aveva fatto emergere problemi di effettiva e recente tracimazione del Ghiara in corrispondenza delle zone immediatamente a monte dell'abitato; le nuove conoscenze geometriche acquisite avevano dimostrato che l'onda di simulazione della piena per TR di 200 anni del T. Ghiara tracima verso il Capoluogo in più punti e che più complessivamente l'ambito fluviale coinvolto dall'onda può interessare buona parte dei terrazzi di fondovalle. La cartografia relativa alle criticità geologiche (QC.B2.02) riporta dunque anche gli esiti di quella analisi idraulica (sono riportate le tracce del possibile sormonto) già contenuti nel Quadro Conoscitivo del PSC di Monteveglio;
- 2) altra situazione critica di fondovalle è evidenziata in località Calderino vecchia (Monte San Pietro): viene compresa in area ad elevata probabilità di inondazione un'ampia fascia di territorio già urbanizzato compreso tra la strada provinciale ed il corso del torrente Lavino. Anche a questa fascia il PSAI attribuisce un elevato rischio idraulico;
- 3) ancora nel contesto di fondovalle, è sempre il Torrente Ghiaie a indurre un'ampia zona

45 Per il territorio pertinente all'Autorità di bacino del Po si sono assunti i dati relativi all'idrografia ed agli elementi morfologici (U.I.E.) contenuti nel PTCP di Bologna.

ad elevata probabilità di allagamento che lambisce il paese di Castelletto (Castello di Serravalle) anche se, in questo caso, la scarpata morfologica appare sufficiente a contenere le piene anche secolari a salvaguardia degli edifici esistenti (ad esclusione di alcuni fabbricati nel terrazzo più recente e basso come ad esempio quello indicato con il toponimo "Pastrino");

- 4) in pianura sono note criticità del Torrente Ghironda dovute alla possibilità di sormonto d'argine dal ponte della ferrovia di località Ponte Ronca (Zola Predosa) fino oltre il limite nord dell'area di studio e di un tratto del Torrente Lavino nella sua sinistra idrografica al confine nord sempre del Comune di Zola Predosa (località "Fondo Fornace" e "Palazzo Guido"). Le possibili rotte possono interferire anche con edifici sparsi situati in prossimità di queste due aste fluviali.
- 5) si segnalano aree interessate da allagamenti (una sola ricorrenza) nel Comune di Crespellano in sinistra idrografica del Rio Martignone, in una fascia di territorio del Comune di Crespellano compresa tra l'asse autostradale A14 e la zona industriale del Martignone.

Si può anche segnalare che il corso del Torrente Ghiaie-Ghiara, risalendo da Monteveglio fino oltre Castelletto, ed il T. Samoggia (sempre da sud di Monteveglio fino ad oltre Savigno) presentano una situazione di sufficiente naturalità ancora conservata, con aree di possibile espansione per inondazione oltre il "bankfull" ordinario nel caso di piene significative (TR > 30 anni).

Resta infine implicito che la buona o cattiva "funzionalità idrologica" di un corso d'acqua non vengono evidenziati solamente dal comportamento dell'asta fluviale nei confronti delle opere e dei manufatti antropici. Di frequente è la stessa attività edilizia ad occupare aree e luoghi indispensabili all'espansione e sviluppo naturale del fiume.

2.2.3 Subsidenza

La subsidenza del bolognese è nota ormai da quasi un secolo. Le rilevazioni di quota sono state assunte per decenni ed ora anche le rilevazioni da satellite consentono di avere il monitoraggio praticamente continuo della situazione dell'abbassamento della pianura. L'abbassamento dei suoli è certamente derivato da cause naturali, geo-strutturali e diagenetiche, ma è ormai evidente che questo processo viene amplificato ed accelerato dal prelievo di fluidi dal sottosuolo anche per uso idropotabile: la depressurizzazione delle falde acquifere anche profonde ospitate negli strati porosi induce un aumento delle pressioni effettive sui sedimenti più superficiali a tessitura fine.

La cartografia delle criticità geologiche (serie tavole QC.B2.02) individua le aree del territorio studiato in cui la velocità di abbassamento dei suoli è stata rilevata e maggiore di 1 cm/anno. I dati si riferiscono al 2001, tratti con leggere modifiche dal documento ufficiale ARPA. Un documento cartografico (Viel G, <<Schema Direttore della Pericolosità Geo-Ambientale>>, Servizio geologico d'Italia e Regione Emilia-Romagna, 2002) che riporta le aree subsidenti delimitate in base alla stima dei valori di subsidenza cumulati nel tempo minimo di controllo per le varie reti di capisaldi, propone un quadro non troppo dissimile da quello desunto dal rilievo di Arpa. La figura 2.9 riporta invece la subsidenza media nell'area critica bolognese relativa ad un

periodo di circa 25 anni, dove si evidenziano valori di abbassamento anche superiori a 3 cm/anno.

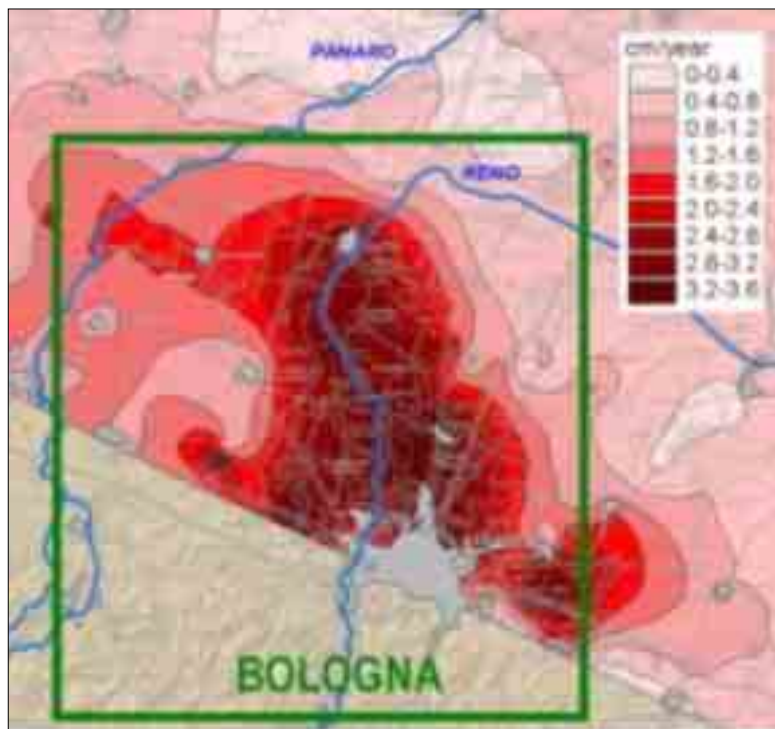


Fig. 2.9 Valori della subsidenza media nella pianura bolognese nel periodo 1973 - 1999 elaborata su base dati Arpa (fonte: sito internet del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della R.E.R.)

Per quanto riguarda l'Area Bazzanese, il monitoraggio della subsidenza comprende soltanto la porzione più settentrionale della pianura di Crevalcore e di Zola Predosa. L'area in cui sono rappresentati i valori di subsidenza annuali più elevati (> 3 cm/anno) risulta proprio in quest'ultimo Comune, a nord dell'asse autostradale A14 Bologna-Ancona che infatti lambisce l'area fortemente subsidente (e con falda idrogeologicamente molto depressa) della conoide del Reno. È probabile che, nei prossimi pochi anni, il centro del catino più subsidente si sposti ancora verso ovest (località Madonna dei Prati).

Anche la geometria delle zone subsidenti, che nella cartografia di criticità appaiono come catini circolari, o con asse di maggior allungamento verso nord-nordest, assumeranno con probabilità un andamento più articolato, legato alla disposizione dei sedimenti a tessitura fine presenti nel substrato. Il processo di consolidamento per incremento di carico litostatico dovuto alla perdita dell'acqua, infatti, interessa i depositi a tessitura fine mentre quelli granulari hanno una perdita di volume assai minori. Questi infatti distribuiscono le sovrappressioni, indotte dalla diminuzione della saturazione, sullo scheletro solido dei granuli. La subsidenza così fotografa in superficie anche la distribuzione dei depositi argillosi e limosi che perdono la loro primitiva saturazione.

Nelle aree subsidenti, di norma a geometria circolare o ellittica, la compatibilità di strutture ed opere di drenaggio sotterraneo (fognature) e superficiale (rete scolante) dovranno quindi tenere conto dell'abbassamento differenziale del terreno nel tempo. Come già sperimentato in alcune porzioni della pianura bolognese, è possibile che non solo le fognature possano presentare pericolose contropendenze, ma anche porzioni consistenti di reticolo di drenaggio artificiale