

# Un database geologico continuo a grande scala per le regioni Emilia-Romagna, Marche, Toscana e Umbria

Paolo Conti<sup>(a)(b)</sup>, Gianluca Cornamusini<sup>(a)(b)</sup>, Luigi Carmignani<sup>(a)(b)</sup>,  
 Altair Pirro<sup>(a)</sup>, Giulia Verdiani<sup>(a)</sup>, Luisa Vernacchia<sup>(a)</sup>, Natalie Marsico<sup>(a)</sup>,  
 Bernadette Meola<sup>(a)</sup>, Guido Lavorini<sup>(c)</sup>, Andrea Motti<sup>(d)</sup>, Marco Pizziolo<sup>(e)</sup>,  
 Claudia Bettucci<sup>(f)</sup>, Giovanna Daniele<sup>(e)</sup>, Norman Natali<sup>(d)</sup>

<sup>(a)</sup>Centro di GeoTecnologie, Università degli Studi di Siena. Tel: +39 055-9119400 - Fax: +39 055-9119439 [pirro@unis.it](mailto:pirro@unis.it)

<sup>(b)</sup>Dipartimento di Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente, Università degli Studi di Siena [conti@unisi.it](mailto:conti@unisi.it)

<sup>(c)</sup>Regione Toscana, Responsabile P. O. Geologia, Sistema Informativo Territoriale e Ambientale, Direzione Urbanistica e Politiche Abitative, Firenze [guido.lavorini@regione.toscana.it](mailto:guido.lavorini@regione.toscana.it)

<sup>(d)</sup>Regione Umbria, Servizio Geologico e Sismico, Perugia

<sup>(e)</sup>Regione Emilia-Romagna, Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, Bologna

<sup>(f)</sup>Regione Marche, Servizio Infrastrutture Trasporti ed Energia, P.F. Urbanistica, Paesaggio e Informazioni Territoriali, Ancona

## 1 Introduzione

Nel 2012 le regioni Emilia-Romagna, Marche, Toscana e Umbria siglarono un Protocollo di Intesa per la realizzazione di una carta geologica continua per i loro territori.

Le quattro regioni negli ultimi anni hanno completato indipendentemente la cartografia geologica a scala 1:10.000 dei rispettivi territori amministrativi e l'hanno resa disponibile gratuitamente dai siti web dei loro servizi geologici regionali. Le carte geologiche realizzate sono il risultato di lavori di rilevamento di varie università, CNR, enti pubblici e privati, geologi liberi professionisti. In alcuni casi il lavoro di rilevamento si inseriva nel più ampio Progetto CARG per la cartografia geologica d'Italia a scala 1:50.000 portato avanti dal Servizio Geologico d'Italia-ISPRA, ma in altri casi il rilevamento è frutto dello sforzo organizzativo e finanziario delle regioni coinvolte.

La cartografia così prodotta, pur coprendo l'area delle quattro regioni, mostra varie disomogeneità e incongruenze, e soprattutto:

a) spesso sono usati nomi formazionali differenti per indicare la solita unità litostratigrafica, con conseguente proliferazione di nomi formazionali;

b) talvolta sono usati i soliti nomi formazionali per indicare rocce differenti (a seguito di differente interpretazione di successioni e assetto tettonico di un'area);

c) alcune aree hanno legende per le unità quaternarie che si basano su principi stratigrafici diversi (legende basate su "Unconformity Bounded Stratigraphic Units -UBSU" e legende basate sulle classiche unità stratigrafiche ubiquitarie: depositi alluvionali, di versante, ecc.).

Queste incongruenze e difficoltà sono presenti nelle cartografie delle varie regioni, ma oltre a queste per poter realizzare una cartografia comune rimangono da risolvere i seguenti problemi:

- mancanza di una legenda geologica comune omogenea e valida per le quattro regioni, strutturata in domini paleogeografici, unità tettoniche, ecc.;
- mancanza di una struttura di banca dati geologica valida per tutte le regioni tale da poter elaborare tutte le informazioni geologiche in ambiente GIS e diffonderle con una struttura dati condivisa;
- superare i problemi di "attacco" in corrispondenza dei limiti amministrativi, cioè al confine tra le varie cartografie geologiche;
- uniformare le tipologie dei contatti tettonici presenti.

A seguito di lavori di rilevamento ad opera di enti pubblici, privati, nonché geologi liberi professionisti, sono stati prodotti un database geologico unico, valido per le quattro regioni sopra citate, ed una cartografia geologica in formato vettoriale GIS alla scala 1:10.000.

L'emergere di incongruenze nella cartografia iniziale ha portato alla revisione di quattro aree pilota: "Conca-Marecchia", "Toscana-Umbria", "Pistoia-Modena" e "Massa Carrara-Parma".

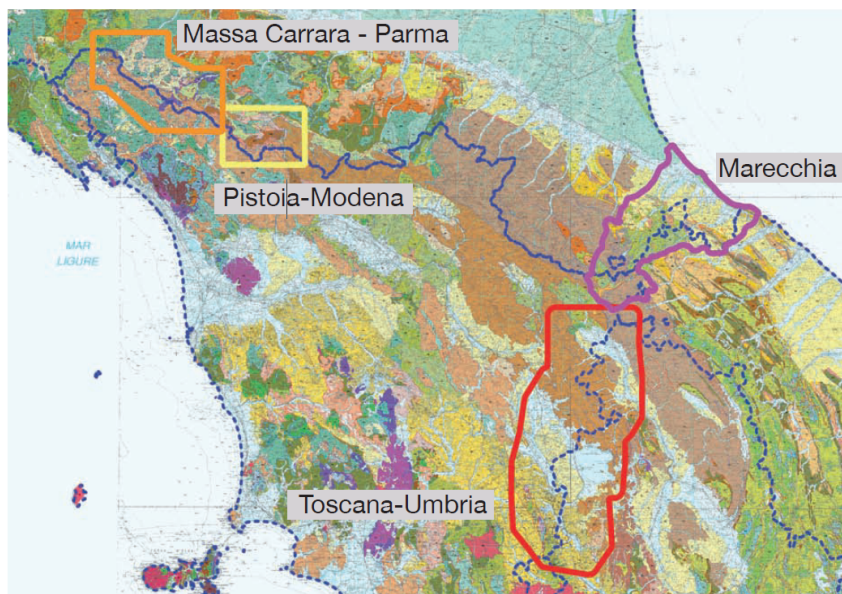
Per la risoluzione di alcune criticità, le osservazioni di campagna sono state integrate con informazioni circa l'età di queste successioni tramite studi biostratigrafici e petrografici.

In aggiunta, è attualmente in allestimento una carta geologica unica a scala 1:250.000.

## 2 Aree di revisione

Per superare le criticità sopra riportate e produrre una cartografia geologica "continua" per le quattro regioni in formato vettoriale GIS, le quattro regioni hanno deciso di risolvere i problemi di attacco tra le loro cartografie a scala 1:10.000. A questo fine hanno incaricato il Centro di GeoTecnologie dell'Università degli Studi di Siena di prendere in considerazione quattro aree pilota, ritenute critiche, che fossero maggiormente rappresentative delle problematiche da affrontare:

a) area del bacino dei fiumi Conca-Marecchia (area "Marecchia" in fig. 1,



regioni Figura 1 – Ubicazione delle quattro aree oggetto di studio; in blu sono indicati i limiti regionali.

- Emilia-Romagna, Marche, Toscana);
- b) area lungo il confine amministrativo tra la Regione Toscana e la Regione Umbria (area "Toscana-Umbria" in fig. 1);
- c) area dell'Appennino Tosco-Emiliano al confine tra le province di Pistoia e Modena (area "Pistoia-Modena" in fig. 1);
- d) area dell'Appennino Tosco-Emiliano al confine tra le province di Massa-Carrara, Lucca, Parma e Modena (area "Massa Carrara-Parma" in fig. 1).

Ognuna di queste aree mostra peculiarità geologiche e di disponibilità di cartografie tale da necessitare analisi e accorpamento di unità litostratigrafiche (formazioni e depositi quaternari) differenti per ogni area. Il lavoro svolto per ogni area è indicato qui di seguito. È importante ricordare che questo lavoro di omogeneizzazione dei dati seppure prevedesse solo dei sopralluoghi sul terreno e nuove datazioni biostratigrafiche, ha previsto un'attenta analisi della cartografia geologica e della vasta letteratura esistente.

### Area Conca-Marecchia

Il Bacino dei fiumi Conca e Marecchia comprende territori appartenenti amministrativamente alle regioni Emilia-Romagna, Marche, Toscana, compresa la Repubblica di San Marino. L'utilizzo di varie banche dati, realizzate da enti differenti ed in periodi differenti (fig. 2) ha comportato necessariamente dei problemi di "attacco" tra loro. Dove la copertura geologica di due banche dati vengono a contatto, sono stati riscontrati vari tipi di incongruenze e più in dettaglio, nelle due banche dati: - poligoni che vengono a contatto talvolta hanno attribuzioni formazionali diverse; - attribuzioni diverse di contatti (es. faglie dirette che proseguono come sovrascorrimenti nella banca dati adiacente); - nomi formazionali differenti utilizzati per indicare il solito tipo di roccia; - solito nome formazionale utilizzato per indicare tipi di rocce diverse; - problemi di attacco di tipo geometrico tra poligoni.

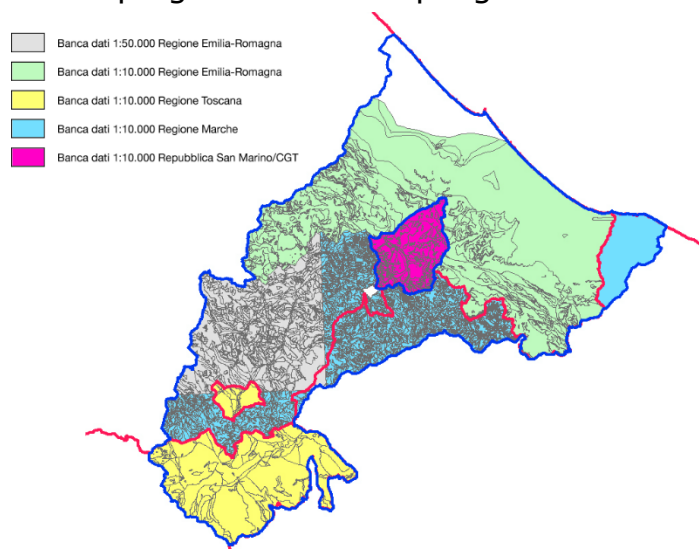
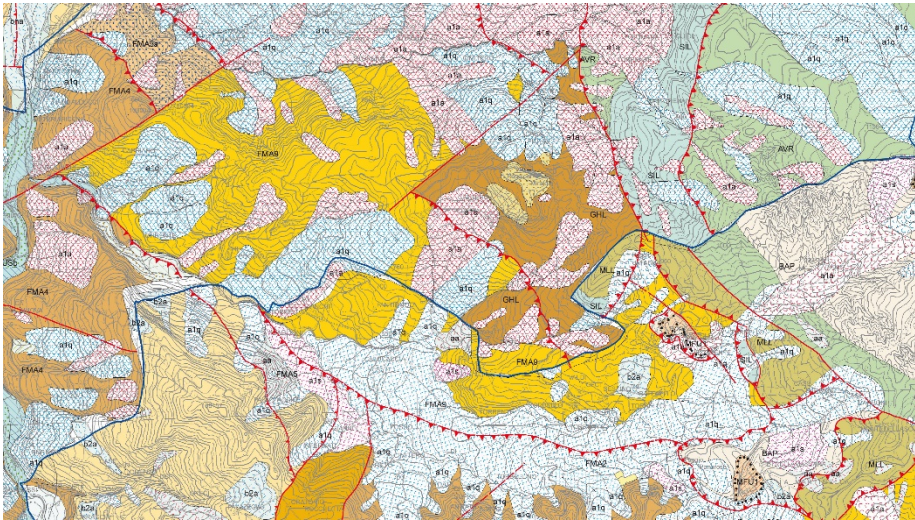


Figura 2 – Banche dati geologiche disponibili e utilizzate per la realizzazione della carta geologica dell'area del bacino Conca-Marecchia. In blu è il limite dell'area del bacino, in rosso i confini regionali.

Alcuni esempi di queste incongruenze e problemi di attacco sono riportati in fig. 3.



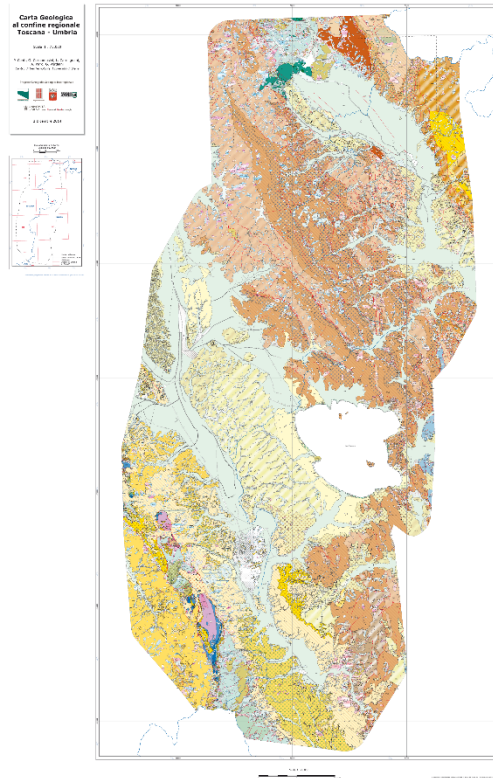
*Figura 3 – Problemi di attacco tra la cartografia 1:10.000 della Regione Emilia-Romagna (in alto) e della Regione Toscana (in basso) nell’area a W del Sasso di Simone. La linea blu è il limite regionale.*

Dal punto di vista geologico si è dovuto riorganizzare le numerose formazioni presenti in maniera eterogenea, in ben precise successioni sedimentarie ed unità tettoniche, la cui maggiore problematicità di carattere geologico-regionale, è stata la caratterizzazione ed interpretazione della cosiddetta Coltre della Val Marecchia (vedi Cornamusini et alii, 2016, cum. bib.). Alla fine del lavoro è stata prodotta una cartografia geologica continua per tutta l’area a scala 1:10.000 . Per questa area tutti i documenti prodotti e le cartografie realizzate in formato vettoriale GIS (shapefile) sono liberamente scaricabili dalla pagina web: [www.geotecnologie.unisi.it/marecchia](http://www.geotecnologie.unisi.it/marecchia) .

### **Area confine Toscana-Umbria**

È stata successivamente oggetto di studio l’area lungo il limite regionale Toscana-Umbria (fig. 1). Oltre ai problemi di attacco tra le due banche dati geologiche, problemi simili a quelli riscontrati nell’area Conca-Marecchia, in questa area è stato soprattutto necessario uniformare la litostratigrafia dei depositi recenti, dei depositi organizzati in sintemi e la denominazione di alcune formazioni della successione pre-sintemi. La Carta Geologica della Regione Umbria a scala 1:10.000 presenta infatti una successione plio-plestocenica e quaternaria suddivisa in sintemi e supersintemi (Sintema di Allerona, Sintema di Citerna, Sintema di Fighille, Sintema di Monterchi, Supersintema Tiberino, ecc.). Per permettere una correlazione di questi depositi con successioni analoghe affioranti nelle regioni adiacenti, essi sono stati suddivisi in successioni quali “Depositi marini pliocenici”, “Depositi marini pleistocenici”, “Depositi continentali villafranchiani”, “Depositi del Pleistocene medio-superiore”. Per quanto riguarda le successioni della Falda Toscana, alcune modifiche alla legenda riguardano le successioni torbiditiche terziarie:

alcuni affioramenti di Macigno (suddivisi in vari membri) sono stati correlati e sono stati assegnati alla formazione delle Arenarie del Falterona (con relativi membri), mentre la successione argillosa alla base è stata correlata con la formazione delle Marne di Villore. Alla fine del lavoro è stata prodotta una cartografia geologica continua per tutta l'area a scala 1:10.000 (fig. 4).



*Figura 4 – Carta geologica dell'area lungo il confine regionale Toscana-Umbria.*

Per questa area tutti i documenti prodotti e le cartografie realizzate in formato vettoriale GIS (shapefile) sono liberamente scaricabili dalla pagina web: [www.geotecnologie.unisi.it/toscana-umbria](http://www.geotecnologie.unisi.it/toscana-umbria)

### **Area Appennino settentrionale (prov. Pistoia-Modena)**

Nell'Appennino settentrionale è stata studiata un'area lungo il confine regionale Toscana- Emilia Romagna, nelle province di Pistoia e Modena (fig. 1). L'area oggetto di questo lavoro è situata in un'area chiave dell'Appennino in cui nel corso degli ultimi 50 anni numerosi studi si sono succeduti, riguardando soprattutto età e messa in posto delle unità terrigene terziarie toscane (Macigno, Arenarie di M. Modino, Arenarie di M. Cervarola), natura dei rapporti (se sedimentari o tettonici) tra Falda Toscana, Successione di M. Modino e Unità di M. Cervarola, natura dei rapporti (se sedimentari o tettonici) della successione a tetto delle unità toscane, ed infine modalità di messa in posto delle unità liguri. Tra i numerosi lavori che interessano la geologia dell'area segnaliamo innanzi tutto l'importante contributo dei geologi della scuola di Berlino (Reutter et alii, 1991, cum bib.), della scuola di Pisa (Plesi, 2002; Botti et alii, 2009, cum bib.), della scuola di Firenze (Bruni et alii, 1994a,b, cum bib.) e delle Università di Parma-Reggio Emilia-Modena (Bettelli et alii, 2002; Vescovi, 2005, cum bib.). Da questi ultimi ricercatori è recentemente venuto

un importante contributo nell'interpretazione della successione al tetto delle unità toscane (Unità Sestola-Vidiciatico) che viene considerata come un'unità tettonica con elevata deformazione interna (zona di taglio) e che rappresenterebbe l'originario limite di placca tra le unità oceaniche liguri e continentali toscane (Remitti et alii, 2011, 2012, cum bib.). L'area in oggetto comprende le successioni della Falda Toscana, della successione di M. Modino e della successione del M. Cervarola, che nel corso del tempo da diversi autori sono state oggetto di diverse interpretazioni per quanto riguarda la loro età, rapporti geometrici di sovrapposizione e originaria posizione paleogeografica. Le differenti interpretazioni, spesso molto differenti tra loro, sono ben riassunte da Chicchi & Plesi (1991). Rispetto alla cartografia esistente (banche dati geologiche regionali), nella cartografia prodotta in questo progetto è da rimarcare l'introduzione nella carta dell'attuale Progetto, dell'Unità Sestola-Vidiciatico. Questa unità tettonica è costituita da scaglie ed elementi provenienti da varie formazioni delle unità liguri e toscane (Vannucchi et alii, 2008; Remitti et alii, 2007); nella carta prodotta quindi alcuni poligoni di formazioni liguri o toscane (es. Arenarie di M. Modino) sono stati attribuiti all'Unità Sestola-Vidiciatico. Anche per questa area tutti i documenti prodotti e le cartografie realizzate in formato vettoriale GIS ( in shapefile) sono liberamente scaricabili dalla pagina web: [www.geotecnologie.unisi.it/pistoia-modena](http://www.geotecnologie.unisi.it/pistoia-modena)

### **Area Appennino settentrionale (prov. Massa-Carrara, Parma)**

Nell'Appennino settentrionale è in corso di studio infine un'area lungo il confine regionale Toscana-Emilia Romagna, comprendente parte delle province di Massa-Carrara e Parma (fig. 1) e in misura minore le province di Lucca e Reggio-Emilia. Le attività di campagna sono in corso e la cartografia sarà completata entro la fine del 2016. In quest'area, oltre ai soliti problemi di attacco tra le differenti banche dati geologiche, le problematiche da affrontare riguardano. a) la posizione e correlazione tra le formazioni arenacee torbiditiche terziarie (Macigno, Arenarie di M. Cervarola, Arenarie di Pracchiola); b) l'interpretazione della posizione di successioni marnose (es. Marne di Marra): stratigrafica al tetto della successione toscana oppure come scaglie tettoniche all'interno della complessa strutturazione delle unità subliguri in quest'area; c) interpretazione della struttura tettonica della zona del Passo del Cerreto-Valle del F. Secchia, con affioramento di metamorfiti di medio grado tettonicamente giustapposte a formazioni evaporitiche triassiche; d) natura ed età dei contatti tettonici al tetto della successione del Passo del Cerreto-F. Secchia e della zona del M. Ventasso. Per la risoluzione di alcuni di questi problemi geologici è necessario integrare le osservazioni di campagna con informazioni circa l'età di queste successioni.

### **3 Carta Geologica a scala 1:250.000**

Il lavoro finora svolto ha sicuramente portato ad uniformare la legenda geologica e la cartografia di alcune aree cruciali dell'Appennino Settentrionale. Per arrivare ad avere una carta geologica "continua" delle quattro regioni a scala 1:10.000 è però necessario un ulteriore sforzo, per realizzare una

legenda geologica valida per tutta l'area delle quattro regioni (non solo per le aree di confine), che comprenda tutte le unità litostratigrafiche (formazioni, depositi quaternari, successioni vulcaniche, ecc.). Per implementare una legenda di questo tipo è necessario innanzi tutto raggruppare le varie unità litostratigrafiche in successioni, unità tettoniche, domini paleogeografici, complessi metamorfici. Un lavoro di questo tipo risente fortemente dell'interpretazione geologica che si attribuisce a certe unità litostratigrafiche, oggetto di ampi dibattiti e interpretazioni talvolta contrastanti. Per poter essere in grado di realizzare in futuro una legenda geologica a scala 1:10.000 per tutte e quattro le regioni e per avere un quadro di sintesi moderno ed aggiornato con la recente cartografia, è attualmente in corso di realizzazione una carta geologica a scala 1:250.000, in cui la struttura generale della legenda, con una nuova proposta di suddivisione delle principali successioni in domini paleogeografici ed unità tettoniche. La carta geologica a scala 1:250.000 delle regioni Emilia-Romagna, Marche, Toscana e Umbria è attualmente in allestimento e sarà completata nel corso del 2017. Una bozza preliminare è stata presentata al convegno "Dire e Fare", Regione Toscana- ANCI Toscana, Scandicci (FI), il 6 Novembre 2015.

Ulteriori risorse infine dovranno essere individuate per poter migrare l'attuale struttura dati verso un modello GeoSciML, oramai standard per la gestione di dati geologici in senso lato, al fine di rispettare appieno la normativa Europea INSPIRE garantendo l'interoperabilità con altre banche dati geotematiche.

## **Bibliografia**

Bettelli G., Panini F. & Capitani M. (2002) - Carta geologico-Strutturale delle'Appennino Emiliano Sudorientale. Atti del Terzo Seminario sulla Cartografia Geologica, Bologna 26-27 Febbraio 2002.

Botti F., Daniele G., Baldacci F. & Molli G. (2009) - Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 "Foglio 251 - Porretta Terme". Servizio Geologico d'Italia, Roma, 192 pp.

Bruni P., Cipriani N. & Pandeli E. (1994a) - New sedimentological and petrographical data on the Oligo-Miocene turbiditic formations of the Tuscan Domain. *Memorie della Società Geologica Italiana*, 48 (1), 251 – 260.

Bruni P., Cipriani N. & Pandeli E. (1994b) - Sedimentological and petrographical features of the Macigno and the Monte Modino sandstones in the Abetone area (Northern Apennines). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 48, 331–341.

Chicchi S. & Plesi G. (1991) - Il Complesso di M. Modino-M. Cervarola nell'alto Appennino emiliano (tra il Passo del Lagastrello e il M. Cimone) e i suoi

rapporti con la Falda toscana, l'Unità di Canetolo e le Liguridi. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 46, 139–163.

Cornamusini G., Conti P., Bonciani F., Callegari I. & Martelli L. (2016) - Geology of the "Coltre della Val Marecchia" (Romagna-Marche Northern Apennines, Italy). *Journal of Maps*, in stampa.

Plesi G. (2002) - Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 "Foglio 235 - Pievepelago". Servizio Geologico d'Italia, Roma, 138 pp.

Remitti F., Bettelli G., Panini F., Carlini M. & Vannucchi P. (2012) - L'Unità tettonica Sestola-Vidiciatico dell'Appennino Emiliano. Escursione nell'ambito della Riunione Annuale GIGS - 27 Ottobre 2012., Modena, 37 pp.

Remitti F., Bettelli G. & Vannucchi P. (2007) - Internal structure and tectonic evolution of an underthrust tectonic mélange: The Sestola-Vidiciatico tectonic unit of the northern Apennines, Italy. *Geodinamica Acta*, 20 (1-2), 37–51.

Remitti F., Vannucchi P., Bettelli G., Fantoni L., Panini F. & Vescovi P. (2011) - Tectonic and sedimentary evolution of the frontal part of an ancient subduction complex at the transition from accretion to erosion: The case of the Ligurian wedge of the northern Apennines, Italy. *Geological Society of America Bulletin*, 123 (1-2), 51–70.

Reutter K.J., Heinritz I. & Ensslin R. (1991) - Structural and geothermal evolution of the Modino-Cervarola Unit. *Memorie Descrittive della Carta Geologica d'Italia*, 46, 257–266.

Vannucchi P., Remitti F. & Bettelli G. (2008) - Geological record of fluid flow and seismogenesis along an erosive subducting plate boundary. *Nature*, 451 (7179), 699–703.

Vescovi P. (2005) - The Middle Miocene Mt. Ventasso-Mt. Cimone arcuate structure of the Emilia Apennines. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 124, 53–67.