

GEO Benessere

La Geologia tra Salute e Wellness

A cura di
Milena Bertacchini



A
EDIZIONE
ARTISTICA

GEO-BENESSERE

La Geologia tra Salute e Wellness

Sin dall'antichità l'uomo è alla ricerca di un proprio ben-essere che lo spinge a fruire spesso in modo inconsapevole delle risorse naturali della Terra, come le sorgenti termali, le grotte, le argille. La sensazione di rigenerante benessere o, meglio, di geo-benessere che da queste deriva ha ragioni profonde. La penisola italiana è ricca di fonti di geo-benessere, quelle presenti nel territorio modenese sono principalmente legate al fenomeno geologico delle salse. Questo patrimonio naturale ha assunto un elevato valore economico e culturale che ha indotto ad approfondirne gli aspetti scientifici per rendere più piacevole e consapevole lo "stare bene".



€ 12,00
IVA ASSOLTA

A

Le forme del paesaggio della Riserva Naturale delle Salse di Nirano (Appennino modenese)

Doriano Castaldini

Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Modena e Reggio Emilia

La Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano è ubicata al margine dell'Appennino modenese, nel territorio del Comune di Fiorano Modenese, a circa 30km da Modena, 35 da Reggio Emilia e 50 da Bologna. La superficie della Riserva si estende per un totale di 207ha ed è compresa fra i 140 e i 308m di quota; la zona in cui sono ubicate le salse è posta ad un'altitudine fra i 200 e i 220m s.l.m e occupa un'area di circa 10ha. La Riserva si sviluppa quindi in un territorio della bassa collina modenese appartenente al bacino idrografico del Fiume Secchia. Essendo il campo delle Salse di Nirano (fig. 1) uno dei fenomeni pseudo-vulcanici meglio sviluppati su tutto il territorio italiano, e tra i maggiori d'Europa, sin dal XIX secolo ha attirato l'attenzione di ricercatori di varie discipline (es. Stohr, 1869; Coppi, 1875) e, nel campo di Scienze della Terra, è stato oggetto di studi anche molto recenti (es. Accaino et al., 2007; Castaldini et al., 2007; Bonini, 2008a; Bonini, 2008b; Carobene, Gasperi, 2008).



1
Il campo delle salse della Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano nel territorio del Comune di Fiorano Modenese (foto Valdati)

Da un punto di vista geologico, il margine dell'Appennino modenese è caratterizzato prevalentemente da strutture geologiche note come Pieghe Emiliane (Pieri, Groppi, 1982). Si tratta di strutture a pieghe fagliate, cioè interessate da rotture che sono state generate dai movimenti di sollevamento e traslazione verso nord che hanno caratterizzato tutta la catena appenninica principalmente negli ultimi 7 milioni di anni.

Al margine appenninico affiorano prevalentemente sedimenti argillosi e sabbiosi di origine marina (Gasperi et al., 1989) di età variabile dal Pliocene inferiore (circa 5 milioni di anni fa) al Pleistocene inferiore (circa 1 milione di anni fa). Verso sud, cioè verso la montagna, questi sedimenti ricoprono rocce di età variabile dal Miocene al Cretaceo, mentre, verso nord, le strutture e le rocce appenniniche continuano nella pianura modenese coperte dai depositi alluvionali del Pleistocene medio-superiore dei fiumi Secchia e Panaro e dei loro affluenti. Le Salse di Nirano sono ubicate all'interno di una conca, nella zona di cerniera di una struttura anticlinale interessata da faglie, con asse a direzione Sud Est - Nord Ovest (Gasperi et al., 2005).

I movimenti tettonici del margine Appenninico sono ancora in atto come testimoniato dai numerosi terremoti che hanno trovato epicentro soprattutto nella zona di passaggio tra le colline e la montagna. Tra i sismi più forti si ricordano i terremoti del 1438 (Intensità di VIII MCS), 1501 (VIII-IX), 1547 (VIII), 1818 (VII-VIII), 1971 (VII-VIII) (cfr., Gruppo di Lavoro CPTI, 1999). Già a partire dall'800 diversi studiosi hanno notato una corrispondenza tra intensa attività delle salse e terremoti (Stohr, 1869; Coppi 1875; Panatelli, Santi, 1896; Pellegrini et al., 1982; Guidoboni, 1989; Gorgoni et al., 1988, 1998 e 2003). Di particolare importanza è l'occorrenza nell'area di una grande eruzione delle salse abbinata al distruttivo e contemporaneo sisma del 91 a.C. che interessò il margine appenninico modenese e che fu descritto da Plinio nella sua *Historia mundi naturalis* (Guidoboni, 1989). Secondo Bonini (2008a, 2008b), il fatto che la depressione delle Salse di Nirano sia apparentemente l'unica di notevoli dimensioni, associata a vulcani di fango, può consentire di speculare circa una sua connessione con l'evento del 91 a.C. Come indicato in precedenza, nella Riserva affiorano esclusivamente litologie limo-argillose di origine marina del Plio-Pleistocene: le Argille del Torrente Tiepido (argille siltose in cui si intercalano sabbie fini) che affiorano nella conca delle salse e in gran parte del territorio (fig. 2) e le Argille del Rio del Petrolio (argille marnose) che affiorano nel settore nord (fig. 3).



2
Le Argille del Torrente Tiepido con la tipica struttura a calanchi



3 Le Argille del Rio del Petrolio affiorano nel settore settentrionale della conca delle salse

La zona delle salse, in cui affiorano le Argille del Torrente Tiepido, secondo Gasperiet al. (2005), è posta al culmine di una blanda anticlinale. L'area della Riserva è caratterizzata dalla presenza di due sistemi di faglie e/o fratture, ortogonali tra loro, dedotti da elementi morfologici. Il sistema principale presenta una direzione Sud Ovest-Nord Est che nella zona delle salse è reso evidente dalla disposizione degli apparati lutitivi che risultano chiaramente allineati tra loro (fig. 4).



4 Allineamento degli apparati lutitivi secondo il sistema principale di faglie a direzione Sud Ovest-Nord Est (foto Valdatti)

Il sistema secondario denota una direzione Sud Est-Nord Ovest parallelo all'asse dell'anticlinale. Pur rimandando per i dettagli sui *vulcani di fango* al capitolo specifico in questo stesso volume, a cura di G. Gorgoni (pag. 14), si ricorda che *salse* sono delle emissioni di fango geneticamente connesse a risalita in superficie di acqua salata e fangosa frammistata ad idrocarburi principalmente gassosi (metano) e, in piccola parte, liquidi (petrolio), lungo discontinuità prodotte dagli accavallamenti frontali dell'Appennino. La forma degli apparati di emissione dipende dalla densità della melma; se densa si hanno *coni* di varia altezza (singoli, doppi o multipli), se liquida si hanno *polle* a livello del terreno. La morfologia delle salse è in continua evoluzione con nuove bocche che si aprono e altre che cessano la loro attività. I coni hanno altezze variabili da vari decimetri ad alcuni metri. Le salse a polla hanno diametri variabili da alcuni decimetri a pochi metri. In totale si possono individuare cinque gruppi di apparati lutitivi *a cono* e *tre a polla*.

Le salse sono ubicate sul fondo di una depressione a forma leggermente ovale (asse maggiore di circa 500m e asse minore di circa 350m) non dissimile da una caldera vulcanica (fig. 5, pag. 123). I materiali argillosi che fuoriescono dalle salse vanno a ricoprire il terreno circostante tramite colate (fig. 6, pag. 123); pertanto, con il ripetersi di questo fenomeno nel tempo, il fondo della depressione delle salse è stato in gran parte ricoperto da depositi di colate fangose dello spessore di alcuni metri.

Le Salse di Nirano rappresentano un classico esempio di *convergenza geomorfologica* intendendo con questo termine forme simili ma di genesi diversa (Panizza, 1992); infatti, pur dando essenzialmente luogo a coni e colate e, nel caso specifico di Nirano, pur essendo ubicate sul fondo di una conca a forma di caldera vulcanica, questo fenomeno non ha nulla a che vedere con il vulcanismo nonostante sia quanto ritenuto da gran parte dei visitatori.

Una spiegazione è che la conca che ospita le salse sia il risultato di un progressivo collasso gravitativo per il continuo svuotamento di fango emesso dagli apparati lutitivi (Bertacchini et al., 1999). Un'altra ipotesi è che tale depressione sia il risultato di un collasso per gravità in corrispondenza di un *diapiro* al termine o in una fase di stasi della sua attività di sollevamento (Castaldini et al., 2005, 2007). L'ipotesi più recente, formulata da Bonini (2008a, 2008b), è che la depressione di Nirano si sia formata per collasso della copertura legato al degassamento e all'emissione di fango e di fluidi; la geometria ellittica della conca potrebbe derivare sia dalla distorsione sia dalla deformazione tettonica delle strutture che delimitano il bordo della depressione stessa, sia dalla forma del sottostante serbatoio di fluidi che si sviluppa nella direzione dello stress tettonico orizzontale.

Le forme antropiche più evidenti della Riserva sono situate nei pressi dell'ingresso orientale; si tratta, in sequenza, di una cava abbandonata, di una spianata sopraelevata su cui sorge un'area produttiva dismessa (allevamento di esche vive per la pesca) e dell'area adibita a parcheggio pubblico). Un particolare interessante riguarda la cava abbandonata di argille per ceramica, in cui l'originaria scarpata antropica è stata rimodellata dalle acque correnti superficiali che con la loro opera erosiva l'hanno arretrata di circa 10m (Castaldini et al., 2007) e le hanno conferito un aspetto naturale

simile a quello dei calanchi di cui si dirà in seguito. Inoltre, sui versanti della valle del Rio Chianca, sono concentrate le aree interessate da *reptazione* da pascolo. Tale processo è reso manifesto dalla *gradinatura* dei versanti causata dalle pecore al pascolo le quali, brucando, calpestando e depauperano la cotica erbosa secondo percorsi paralleli al versante, favorendo, tra l'altro, il processo di soliflusso che consiste in decoritazioni e piccoli smottamenti della parte più superficiale del terreno. Quest'ultimo processo, peraltro diffuso anche in altre zone della riserva, è tipico delle litologie fini. Per quanto riguarda l'idrografia superficiale, i corsi d'acqua principali sono il Rio Chianca, che definisce il confine occidentale e settentrionale della Riserva, il Rio Serra e il Rio delle Salse, che scorrono nel settore meridionale del Parco; questi ultimi convogliano le loro acque nel Torrente Fossa. Le acque del Rio delle Salse, che drena la conca delle Salse, hanno spesso un colore lattiginoso (fig. 7) conferito dai fanghi, presenti in sospensione, degli apparati lutuvomi.



7
Le acque del Rio delle Salse
assumono spesso un
caratteristico colore
lattiginoso

Vi sono alcuni specchi d'acqua di chiara origine artificiale, attestata dall'argine in terra che li chiude a valle, costruiti negli anni '60 per l'irrigazione. Sulle fotografie aeree del 1973 (che risalgono ad un periodo precedente l'istituzione della Riserva avvenuta nel 1982), si contano 10 specchi d'acqua e 2 paludi di piccole dimensioni. In seguito all'istituzione della Riserva, gli specchi d'acqua hanno perso la loro funzione e hanno potuto evolversi in modo naturale. Attualmente, sono rimasti solo quattro laghetti; gli altri sono diventati paludi oppure sono stati completamente colmati da depositi palustri (Castaldini et al., 2003). Gli specchi d'acqua rimasti nel paesaggio sono i due nella parte alta della valle del Rio Serra e quello ubicato sul fondo della conca delle salse. Un caso particolare è rappresentato dal piccolissimo specchio d'acqua in prossimità del bivio tra la Strada Comunale del Gazzo e la strada che conduce all'agriturismo Prà Rosso: infatti, era presente nel 1973, è stato successivamente interrato ed è

stato ripristinato nel 2006. Tra le paludi, particolarmente significative sono quella ubicata sul versante destro della valle del Rio Chianca, osservabile da vicino percorrendo l'itinerario escursionistico n. 3 (fig. 8, pag. 123), e quella in prossimità di Ca' Rossa.

L'acqua presente nei corsi d'acqua e nei laghi suddetti sembra che non possa dare luogo a problemi di rischio idraulico. In realtà, nella notte tra il 13 e il 14 giugno 2008, un violento nubifragio si è abbattuto nella zona pedecollinare modenese; sono caduti mediamente tra i 60 e i 70mm di pioggia in 12 ore, in un quadro in cui la media annuale è sui 700-800mm/anno (cfr., Castaldini et al., 2007). In seguito a questo evento, nella zona di Nirano, le acque del Rio delle Salse e quelle dei laghetti nella parte alta del suo bacino sono scese violentemente a valle arrecando seri danni alla viabilità e allagando il Pub Arnold's, situato all'ingresso della Riserva. La corrente delle acque di esondazione ha trascinato più a valle alcuni veicoli parcheggiati davanti al locale. Anche il Torrente Fossa, collettore del Rio delle Salse, è esondato arrecando notevoli danni. Secondo i quotidiani locali, in un quartiere residenziale di Spezzano, 18 garages sono stati allagati da oltre 2 metri di acqua.

Nel territorio della Riserva sono assai diffuse le forme e i depositi originati dalle acque correnti superficiali. In particolare si possono quasi ovunque osservare tipici esempi di calanchi che sono una delle più spettacolari forme di erosione che caratterizzano i terreni argillosi del margine appenninico; sono caratterizzati da un reticolo idrografico ad alta densità in cui i singoli impluvi sono separati tra loro da creste sottili (fig. 9, pag. 123). Le acque di ruscellamento tendono ad assottigliare le creste mentre piccole frane per colata, con testata nella parte alta del versante, tendono a colmare gli impluvi. I calanchi possono essere distinti in attivi e quiescenti/non attivi, a seconda che siano privi di vegetazione o meno, e quindi il processo di erosione delle acque sia più o meno in atto. Le aree con calanchi stabilizzati superano in numero ed estensione quelle con i calanchi in evoluzione. Tra le forme dovute alle acque sono numerosissimi anche i solchi di ruscellamento concentrato (fossi).

Per quanto attiene i depositi originati dalle acque correnti, si possono distinguere i depositi dei corsi d'acqua principali (granulometria dalle sabbie alle argille) e i depositi colluviali, dovuti dallo scorrimento diffuso delle acque superficiali sui versanti (granulometria dai limi alle argille). Depositati colluviali sono diffusi nella parte bassa del versante settentrionale della conca delle Salse. Si possono osservare nelle sezioni lungo la strada comunale delle Salse, e al piede della scarpata *rimodellata* della cava abbandonata.

Oltre alle aree interessate da soliflusso di cui si è detto, anche altre forme e depositi di versante dovuti alla gravità sono ampiamente diffusi in tutta la Riserva. Particolarmente numerosi sono i corpi di frana; in generale, si tratta di frane per colamento di piccole dimensioni che occupano gli impluvi delle aree calanchive. I corpi di frana che risultavano chiaramente identificabili nelle foto aeree del 1973 (situazione pre-Riserva) sono stati successivamente colonizzati dalla vegetazione spontanea che li ha resi oggi in gran parte difficilmente individuabili. In particolare, i fenomeni franosi sui versanti della valle del Rio Serra e del tratto finale della valle del Rio delle Salse appaiono stabilizzati, mentre le colate all'interno delle aree calanchive sono attive e, retro-

cedendo verso la parte alta del versante, causano anche la retrocessione degli orli di scarpata dei calanchi stessi. Il violento nubifragio del giugno 1978 ha contribuito alla riattivazione di alcune colate ed ha causato numerosissimi smottamenti superficiali (scivolamenti del suolo) in tutta l'area della Riserva.

Recenti studi che hanno messo a confronto la situazione geomorfologica attuale con quella degli anni '70 del secolo scorso, (Castaldini et al., 2003, 2007), hanno evidenziato che l'istituzione della Riserva Naturale ha comportato, in seguito alla riduzione dell'attività silvo-pastorale, una crescita della vegetazione arbustiva che ha in gran parte stabilizzato le forme e i depositi legati alle acque superficiali e alla gravità. Dal punto di vista dell'antropizzazione, nel settore orientale della Riserva, da un lato sono state abbandonate la cava e l'area per l'allevamento di esche vive per la pesca e, dall'altro, è stato costruito un parcheggio ad uso dei visitatori.

Riferimenti bibliografici

- Accaino F., Bratus A., Conti S., Fontana D., Tinivella U., 2007. *Fluid seepage in mud volcanoes of the northern Apennines: an integrated geophysical and geological study*. Journal of Applied Geophysics, 63, 90-101.
- Boccalletti M., Bonini M., Corti G., Gasperini P., Martelli L., Piccardi L., Tanini C., Vannucci G., 2004. *Note illustrative e Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna a scala 1:250000*. Regione Emilia Romagna - CNR - SELCA. Firenze.
- Bonini M., 2008a. *Elliptical mud volcano caldera as stress indicator in an active compressional setting (Nirano, Pede - Apennine margin, northern Italy)*. Geology, 36, 131-134.
- Bonini M., 2008b. *I vulcani di fango Emiliani: retrospettiva e prospettive*. Geoitalia, 22, 12- 21.
- Carobene L., Gasperi G., 2008. *Vulcanetti di fango a Nirano (Modena)*. Geoitalia, 25, 42- 43.
- Castaldini D., Chiriac C., Iles D.C. con la collaborazione di Barozzini E., 2003. *Documenti digitali per la conoscenza integrata dei Geositi: l'esempio della Riserva Naturale delle Salse di Nirano*. In S. Piacente & G. Poli (eds.) *La Memoria della Terra. La Terra della Memoria*. Regione Emilia Romagna. Ed. L'inchiostrò. Bologna, 121-127.
- Castaldini D., Valdati J., Iles D.C., Chiriac C. with contributions by Bertogna I., 2005. *Geo-Tourist Map of the Natural Reserve of Salse di Nirano (Modena Apennines, Northern Italy)*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences 18 (1), Vol. Spec., 245-255.
- Castaldini D., Conti S., Conventi M., Dallai D., Del Prete C., Fazzini M., Fontana D., Gorgoni C., Ghinò A., Russo A., Sala L., Serventi P., Verri D., Barbieri M., 2007. *Le Salse di Nirano*. CD ROM. Enciclopedia Multimediale. Comune di Fiorano Modenese (Modena).
- Coppi F., 1875. *Brevi note sulle Salse Modenesi*. Bollettino del R. Comitato Geologico, 7-8, 1-7.
- Gasperi G., Cremaschi M., Mantovani Uguzzoni M.P., Cardarelli A., Cattani M., Labate D., 1989. *Evoluzione Plio-Quaternaria del margine appenninico modenese e dell'antistante pianura*. Note illustrative alla Carta Geologica. Mem. Soc. Geol. It., 39, 431 pp.
- Gasperi G., Bettelli G., Panini F., Pizzitolo M., Bonazzi U., Fioroni C., Fregni P., Vaiani S.C., 2005. *Note illustrative e Carta Geologia d'Italia alla scala 1:50.000*, Foglio n. 219 Sassuolo. SELCA, Firenze.
- Gorgoni C., 1998. *Le salse di Nirano e le altre salse emiliane ed acque salate padane*. *Geochimica, genesi ed importanza per la predizione sismica*. Comune di Fiorano Modenese. 135 pp.

Gorgoni C., Bonori O., Lombardi S., Martinelli G., Sighinolfi G.P., 1988. *Radon and helium anomalies in mud volcanoes from Northern Apennines (Italy) - A tool for earthquake prediction*. *Geochemical Journal*, 22, 265-273.

Gorgoni C., 2003. *Le salse di Nirano e le altre salse emiliane - I segreti di un fenomeno tra mito e realtà*. Comune di Fiorano Modenese. Tip. ABC, Sesto Fiorentino (Firenze), 128 pp.

Guidoboni E. (ed.), 1989. *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea: storia, archeologia, sismologia*. Istituto Nazionale di Geofisica-Storia Geofisica Ambiente. Bologna, 766 pp.

Panizza M., 1992. *Geomorfologia*. Pitagora Ed, Bologna. 397 pp.

Gruppo di Lavoro CPTI, 1999. *Catalogo parametrico di terremoti italiani*. ING-GNDT-SGA-SSN, Bologna, 88 pp. (disponibile on-line).

Pantanelli D., Santi V., 1996. *L'Appennino Modenese*. Ed. Cappelli, Rocca San Casciano, Ristampa 1996, Ed. Iaccheri, Pavullo nel Frignano (Modena).

Pellegrini M., Brazzorotto C., Forti P., Francavilla F., Rabbi E., 1982. *Idrogeologia del margine pedeappenninico emiliano-romagnolo*. In G. Cremonini & F. Ricci Lucchi (eds.) *Guida alla geologia del margine appenninico-padano*. Guida Geologiche Regionali Società Geologica Italiana, 183-189.

Pieri M., Groppi G., 1981. *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*. C.N.R., pubbl. 414 P. F. Geodinamica, 13 (7), 13 pp.

Stohr R., 1869. *Intorno agli strati terziari superiori di Montegibbio e vicinanza*. Atti Società Naturalisti e Matematici di Modena, 4.

cedendo verso la parte alta del versante, causano anche la retrocessione degli orli di scarpata dei calanchi stessi. Il violento nubifragio del giugno 1978 ha contribuito alla riattivazione di alcune colate ed ha causato numerosissimi smottamenti superficiali (scivolamenti del suolo) in tutta l'area della Riserva.

Recenti studi che hanno messo a confronto la situazione geomorfologica attuale con quella degli anni '70 del secolo scorso, (Castaldini et al., 2003, 2007), hanno evidenziato che l'istituzione della Riserva Naturale ha comportato, in seguito alla riduzione dell'attività silvo-pastorale, una crescita della vegetazione arbustiva che ha in gran parte stabilizzato le forme e i depositi legati alle acque superficiali e alla gravità. Dal punto di vista dell'antropizzazione, nel settore orientale della Riserva, da un lato sono state abbandonate la cava e l'area per l'allevamento di esche vive per la pesca e, dall'altro, è stato costruito un parcheggio ad uso dei visitatori.

Riferimenti bibliografici

- Accaino F., Bratus A., Conti S., Fontana D., Tinivella U., 2007. *Fluid seepage in mud volcanoes of the northern Apennines: an integrated geophysical and geological study*. Journal of Applied Geophysics, 63, 90-101.
- Boccaletti, M., Bonini M., Corti G., Gasperini P., Martelli L., Piccardi L., Tanini C., Vannucci G., 2004. *Note illustrative e Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna a scala 1:250000*. Regione Emilia Romagna - CNR - SELCA. Firenze.
- Bonini M., 2008a. *Elliptical mud volcano caldera as stress indicator in an active compressional setting (Nirano, Pede - Apennine margin, northern Italy)*. Geology, 36, 131-134.
- Bonini M., 2008b. *I vulcani di fango Emiliani: retrospettiva e prospettive*. Geoitalia, 22, 12-21.
- Carobene L., Gasperi G., 2008. *Vulcanetti di fango a Nirano (Modena)*. Geoitalia, 25, 42-43.
- Castaldini D., Chiriac C., Ilies D.C. con la collaborazione di Barozzini E., 2003. *Documenti digitali per la conoscenza integrata dei Geositi: l'esempio della Riserva Naturale delle Salse di Nirano*. In S. Piacente & G. Poli (eds.) *La Memoria della Terra. La Terra della Memoria*. Regione Emilia Romagna. Ed. L'inchiostrabu. Bologna, 121-127.
- Castaldini D., Valdati J., Ilies D.C., Chiriac C. with contributions by Bertogna I., 2005. *Geo-Tourist Map of the Natural Reserve of Salse di Nirano (Modena Apennines, Northern Italy)*. Il Quaternario, Italian Journal of Quaternary Sciences 18 (1), Vol. Spec., 245-255.
- Castaldini D., Conti S., Conventi M., Dallai D., Del Prete C., Fazzini M., Fontana D., Gorgoni C., Ghinò A., Russo A., Sala L., Serventi P., Verri D., Barbieri M., 2007. *Le Salse di Nirano*. CD ROM. Enciclopedia Multimediale. Comune di Fiorano Modenese (Modena).
- Coppi F., 1875. *Brevi note sulle Salse Modenesi*. Bollettino del R. Comitato Geologico, 7-8, 1-7.
- Gasperi G., Cremaschi M., Mantovani Uguzzoni M.P., Cardarelli A., Cattani M., Labate D., 1989. *Evoluzione Plio-Quaternaria del margine appenninico modenese e dell'antistante pianura*. Note illustrative alla Carta Geologica. Mem. Soc. Geol. It., 39, 431 pp.
- Gasperi G., Bettelli G., Panini F., Pizzitolo M., Bonazzi U., Fioroni P., Fregni P., Vaiani S.C., 2005. *Note illustrative e Carta Geologia d'Italia alla scala 1:50.000*, Foglio n. 219 Sassuolo. SELCA, Firenze.
- Gorgoni C., 1998. *Le salse di Nirano e le altre salse emiliane ed acque salate padane*. *Geochimica, genesi ed importanza per la predizione sismica*. Comune di Fiorano Modenese. 135 pp.

Gorgoni C., Bonori O., Lombardi S., Martinelli G., Sighinolfi G.P., 1988. *Radon and helium anomalies in mud volcanoes from Northern Apennines (Italy) - A tool for earthquake prediction*. *Geochemical Journal*, 22, 265-273.

Gorgoni C., 2003. *Le salse di Nirano e le altre salse emiliane - I segreti di un fenomeno tra mito e realtà*. Comune di Fiorano Modenese. Tip. ABC, Sesto Fiorentino (Firenze), 128 pp.

Guidoboni E. (ed.), 1989. *I terremoti prima del Mille in Italia e nell'area mediterranea: storia, archeologia, sismologia*. Istituto Nazionale di Geofisica-Storia Geofisica Ambiente. Bologna, 766 pp.

Panizza M., 1992. *Geomorfologia*. Pitagora Ed, Bologna. 397 pp.

Gruppo di Lavoro CPTI, 1999. *Catalogo parametrico di terremoti italiani*. ING-GNDT-SGA-SSN, Bologna, 88 pp. (disponibile on-line).

Pantaneli D., Santi V., 1896. *L'Appennino Modenese*. Ed. Cappelli, Rocca San Casciano, Ristampa 1996, Ed. Iaccheri, Pavullo nel Frignano (Modena).

Pellegrini M., Brazzorotto C., Forti P., Francavilla F., Rabbi E., 1982. *Idrogeologia del margine pedeappenninico emiliano-romagnolo*. In G. Cremonini & F. Ricci Lucchi (eds.) *Guida alla geologia del margine appenninico-padano*. Guida Geologiche Regionali Società Geologica Italiana, 183-189.

Pieri M., Groppi G., 1981. *Subsurface geological structure of the Po Plain, Italy*. C.N.R., pubbl. 414 P. F. Geodinamica, 13 (7), 13 pp.

Stohr R., 1869. *Intorno agli strati terziari superiori di Montegibbio e vicinanzae*. Atti Società Naturalisti e Matematici di Modena, 4.