

I vulcani di fango più spettacolari d'Italia: visita guidata alle Salse di Nirano (Appennino Modenese)

The most spectacular mud volcanoes in Italy: guided tour to the "Salse di Nirano"
(Modena Appennines) 

CASTALDINI D. (*), FIORONI C. (*), SOLDATI M. (*)

RIASSUNTO - La riserva naturale delle Salse di Nirano costituisce un'area integrata nel territorio collinare del margine appenninico modenese. L'area è caratterizzata da emissioni fredde di fango dovute a risalita in superficie di acque salate fangose contenenti metano e idrocarburi. Tali emissioni danno luogo a caratteristici apparati lutivomi, la cui forma è in relazione con la densità del fango; si possono così generare forme "a cono" se il fango è denso o a "polla" se è più fluido. Le salse sono ubicate in una depressione dovuta a collasso gravitativo legato al continuo svuotamento di fango emesso dagli apparati lutivomi. L'area è stata dichiarata "Sito di Interesse Comunitario" ed ha avuto il riconoscimento di Geosito per la tutela del patrimonio geologico del nostro paese. La Riserva accoglie oltre 70.000 ospiti l'anno che hanno la possibilità di visitare l'area grazie a numerosi percorsi attrezzati con pannelli illustrativi e ad una carta turistico-ambientale che abbina i principali aspetti geologico-geomorfologici con informazioni turistiche.

PAROLE CHIAVE: Vulcani di fango, Apparato lutivomo, Salse, Calanchi, Geosito, Convergenza geomorfologica, Carta Turistico - Ambientale, Appennino Modenese.

ABSTRACT - The natural reserve of Salse di Nirano is an "integrated area" located in a hilly area of the Modena Apennine margin. The area is characterized by cold emissions of mud due to the ascent to the surface of salty and muddy waters mixed with methane and fluid hydrocarbons. Such

emissions give rise to characteristic mud ejection structures. The shape of the ejection is related to the density of the mud and may result in cones if the mud is very dense or in level-pool if it is fluid. The "salse" are located in a sub circular depression caused by a gravitational collapse related to the mud ejected. The protected area has been declared a "Site of Community Importance" and has had the recognition of "Geosite" for the protection of the cultural heritage of our country. The reserve welcomes over 70 000 visitors a year which can visit the area by means of equipped paths provided with explanatory panels and a tourist-environmental map of the area, that combines the main geological and geomorphological aspects with tourist information.

KEY WORDS: Mud volcanoes, Mud ejection apparatus, Badlands, Geosite, Geomorphologic convergence, Tourist - Environmental map, Modena Apennines.

1. - INTRODUZIONE

La Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano, visitata annualmente da circa 70.000 persone, si trova al margine nord-orientale dell'Appennino, nel territorio comunale di Fiorano Modenese ed è facilmente raggiungibile da Modena, che si trova a circa 30 km di distanza (Fig. 1). La superficie della Riserva si estende per un totale

(*) Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università di Modena e Reggio Emilia, Modena Italia.



Fig. 1 - Ubicazione geografica dell'area della Riserva Naturale delle Salse di Nirano
 - Location map of the Natural Reserve area of Salse di Nirano

di 207 ha ed è compresa fra circa 140 e 300 m di quota; la zona in cui sono ubicate le salse (dal latino *salsus* che significa salato), ovvero particolari sorgenti d'acqua fredda più o meno fangosa e salata, è posta ad un'altitudine fra i 200 e i 220 m s.l.m. occupa un'area di circa 10 ha. L'area è suddivisa in tre zone a diverso grado di protezione: una più interna, a protezione integrale, un'area intermedia a tutela ambientale generale ed una esterna di protezione che delimita l'area della riserva.

Essendo il campo delle salse di Nirano uno dei fenomeni pseudo-vulcanici meglio sviluppati su tutto il territorio italiano, e tra i maggiori d'Europa, ha da sempre suscitato grande interesse ed è stato descritto, assieme alle altre salse del modenese, addirittura già da PLINIO IL VECCHIO nella "Naturalis Historia" scritta intorno al 50 d.C. Descrizioni delle salse furono fatte anche in secoli

successivi ma le spiegazioni del fenomeno erano poco attendibili sul piano scientifico. Soltanto alla fine del 19° secolo la vera natura delle salse fu riconosciuta e descritta da COPPI (1875) e STOPPANI (1881) nell'opera "Bel Paese". Sulle salse di Nirano sono poi seguiti altri numerosissimi lavori che si sono occupati degli aspetti geologici, botanici e naturalistici. Per brevità, vengono di seguito citati solo gli studi e i documenti realizzati nell'ultimo quinquennio nel settore di Scienze della Terra: ACCAINO *et alii* (2007), BERTACCHINI (2009), BONINI (2008a; 2008b; 2009; 2012), CAROBENE & GASPERI (2008), CASTALDINI *et alii* (2007; 2011a; 2011b). In considerazione delle sue peculiarità ambientali la riserva è stata anche inserita nell'ambito di escursioni di manifestazioni scientifiche internazionali (es. CASTALDINI *et alii*, 1988; ASTORI *et alii*, 2002; CORATZA & MARCHETTI, 2002). In particolare nel 2011 è stata visitata da studenti e docenti di scuo-

la superiore, provenienti da 34 paesi di tutto il mondo, partecipanti alla quinta edizione dell'International Earth Science Olympiad (IESO 2011; www.ieso2011.unimore.it).

Per lungo tempo l'area delle salse è stata utilizzata per pratiche agricole e i coni di fango parzialmente spianati; il fango veniva inoltre utilizzato per scopi terapeutici e questo impediva l'accrescimento degli apparati lutivomi. Con il "progetto per l'istituzione di una Riserva Integrale in località Salse di Nirano", il Comune di Fiorano Modenese ha iniziato un percorso di salvaguardia dell'area che ha visto in primo luogo l'istituzione nel 1982 della prima Riserva dell'Emilia Romagna con l'obiettivo di tutelare e conservare le caratteristiche vegetazionali e geologiche dell'area. Nel 2004 la Commissione Europea, sulla base della direttiva Habitat, ha individuato nell'intera area della riserva, ed in zone limitrofe, un "Sito di Importanza Comunitaria" (SIC). La dichiarazione di importanza è dovuta alla presenza di

specie e habitat ritenuti prioritari e da proteggere in quanto unici e fautori di una biodiversità specifica. Inoltre la peculiarità della Riserva, legata alla presenza delle *salse*, unitamente al valore geologico-paesaggistico dei calanchi, che caratterizzano l'area, hanno valso al territorio della Riserva e del SIC il riconoscimento di "Geosito" per la tutela del Patrimonio Geologico del nostro Paese. Dal 2006 la gestione della Riserva avviene in modo coordinato tra il Comune di Fiorano Modenese e la Provincia di Modena.

Il diminuito impatto antropico ha indubbiamente contribuito allo sviluppo e al consolidamento degli apparati lutivomi. Anche le aree circostanti la zona a protezione integrale, in passato utilizzate per pratiche agricole e di pastorizia, mostrano, grazie al diminuito impatto antropico, un aumento della vegetazione, con conseguente diminuzione di fenomeni di erosione accelerata. Attualmente l'intera riserva si è attrezzata sia proteggendo gli apparati lutivomi sia allestendo cam-



Fig. 2 - La presenza di gas emessi dalle bocche dei vulcani di fango è testimoniata dalla loro infiammabilità la cui dimostrazione è consentita solo alle Guardie Ecologiche Volontarie

- The presence of gas released from the mouths of mud volcanoes is verified thanks to the flammability whose proof is allowed only to the guards of the Reserve

minamenti con passerelle in legno per consentire l'accesso ai disabili e permettere ai visitatori di avvicinarsi e osservare i fenomeni legati alle salse in modo ottimale (itinerario siti aperti).

2. IL FENOMENO DELLE SALSE

Le salse sono delle emissioni di fango freddo (la temperatura è prossima a quella ambiente) prodotte dalla risalita in superficie di acqua salata e fangosa frammista ad idrocarburi principalmente gassosi (metano) ed, in piccola parte, liquidi (petrolio) lungo faglie e fratture del margine appenninico.

Il nome “salsa” deriva dall'alto contenuto di sale delle acque fangose; la salinità delle acque è dovuta prevalentemente alla presenza di cloruro di sodio e tale presenza è facilmente verificabile quando il fango fuoriuscito si essicca e per evaporazione si formano in superficie veli ed efflorescenze bianche. Queste acque salate sono definite “connate”, cioè “nate con” i sedimenti che si depositavano alcuni milioni di anni fa nell'antico Mare Adriatico, ben più vasto dell'attuale. Esse sono rimaste intrappolate in profondità nei sedimenti e possono dunque essere considerate acque fossili.

Gli idrocarburi presenti si sono generati anch'essi, come le acque salate, a grandi profondità, dalla decomposizione anaerobica di resti organici di origine animale e vegetale. La loro presenza è facilmente verificabile grazie alla facile infiammabilità dei gas emessi (Fig. 2). I serbatoi di provenienza dei materiali fangosi sembra si collochino tra i 500 e i 2000 m di profondità; i materiali argillosi vengono trascinati verso l'alto dall'acqua e dai gas lungo fratture e faglie. Successivamente, una volta in superficie, si depositano lungo i fianchi degli apparati lutivomi (Fig. 3). Tali materiali sono la testimonianza dei livelli rocciosi attraversati dai fluidi durante la loro risalita.

Recenti studi geofisici, descritti in CASTALDINI *et alii* (2007), hanno permesso di ricostruire le strutture sepolte fino alla profondità di 30-50 metri dal piano campagna, evidenziando i condotti superficiali di risalita del materiale e riconoscendo una camera di accumulo del fango alla profondità di 25 metri dal piano campagna: tale camera non è in relazione con l'ambiente di formazione del fango, ma rappresenta un serbatoio sub-superficiale prima dell'emissione finale.

La forma degli apparati dipende dalla densità della melma: se questa è densa si ha la formazione di “coni” singoli (Fig. 4), doppi o multipli (Fig. 5) di



Fig. 3 - Il fango emesso dagli apparati lutivomi depositandosi consente l'accrescimento dei coni
- The ejected mud is deposited along the flanks of the mud volcanoes allowing the growth of the cones



Fig. 4 - Uno dei coni singoli attivi nel campo delle salse. La loro formazione è possibile in presenza di fango piuttosto denso
- Example of a single active cone in the “Salse” field. Its formation is related to the dense muddy mixture

altezza variabile da vari decimetri ad alcuni metri, viceversa se la melma è liquida si hanno “polle” a livello del terreno, con diametri variabili da alcuni decimetri a pochi metri. In totale nel campo delle salse si possono individuare quattro gruppi di apparati lutivomi “a cono” e tre “a polla”. Questo particolarissimo ambiente geologico presenta una morfologia in continua evoluzione: nuove bocche si aprono ed altre cessano la loro attività. Ciò è dovuto all'alternarsi di periodi di intensa attività alternati ad altri con scarsa o nulla attività: durante questi ultimi il fango seccandosi va ad ostruire il condotto di uscita ed il fango deve necessariamente trovare nuove vie di fuoriuscita. Punti lutivomi di nuova generazione si sono formati al margine del campo delle salse nel boschetto antistante l'Ecomuseo Cà Rossa dopo i forti terre-



Fig. 5 - Esempio di coni multipli nel campo delle salse
- Example of multiple cones in the "Salse" field

moti della sequenza sismica emiliana del 2012.

Le salse sono ubicate sul fondo di una depressione sub-circolare simile ad una caldera vulcanica, di cui si dirà nel paragrafo delle caratteristiche geomorfologiche.

I materiali argillosi che fuoriescono dalle salse ricoprono il terreno circostante tramite colate; pertanto, con il ripetersi di questo fenomeno nel tempo, il fondo della conca è stato in gran parte ricoperto da depositi fangosi dello spessore di vari metri.

Il fango che fuoriesce dalle salse fluisce, attraverso due fossi verso il torrente Fossa che scorre a pochi chilometri di distanza.

L'interesse verso le salse è legato anche alla presenza di vegetazione "alofila" (amante del sale) in prossimità degli apparati; si tratta della *Puccinellia fasciculata*, una pianta caratteristica delle coste marine (denominata sino a pochi anni fa *Puccinellia borrieri*). La sua presenza nell'intorno dei coni, è legata alla precipitazione dei sali contenuti nelle acque di risalita delle salse che hanno appunto una salinità piuttosto elevata.

3. - CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

Nella zona della riserva affiorano rocce argillose di origine marina del Pliocene Inferiore - Pleistocene Inferiore appartenenti alla Formazione delle Argille Azzurre. Tali rocce sono interessate da pieghe e faglie nord-vergenti che continuano nella pianura antistante il margine collinare coperte dai depositi alluvionali del Pleistocene superiore ed Olocene del fiume Secchia e dei suoi affluenti (GASPERI *et alii*, 1989 e 2005; BONINI, 2008a) (Fig. 6a e 6b da BONINI, 2008a).

Le strutture tettoniche del margine appennini-

co sono attive come testimoniato dai terremoti storici che hanno trovato e trovano epicentro soprattutto nella zona di passaggio tra le colline e la montagna e che collocano il Comune di Fiorano Modenese tra i 7 Comuni a media pericolosità sismica (classe 2) della Provincia di Modena (www.ingv.it). Tra i sismi più forti con epicentro in que-

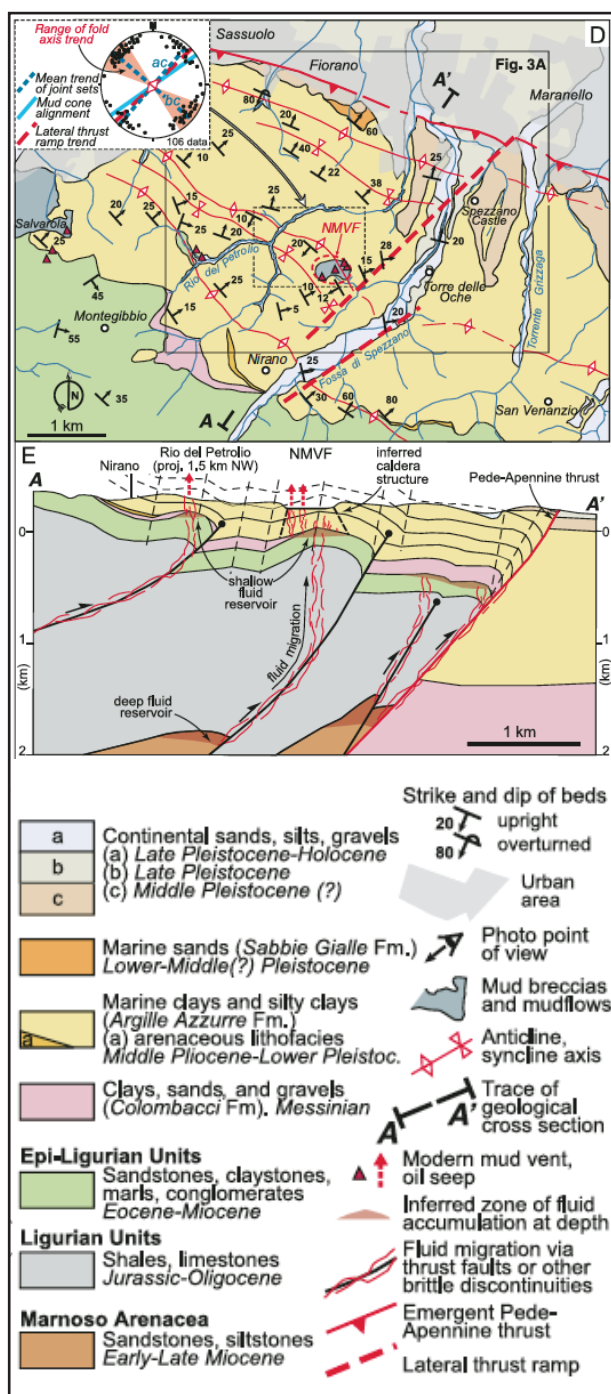


Fig. 6a, 6b - Carta geologico-strutturale e sezione geologica dell'area delle salse di Nirano nel pedeappennino modenese (da BONINI, 2008a)
- Geological-structural map and geological cross-section of the Salse di Nirano area in Apennine margin (from BONINI 2008a)

sta zona si ricordano i terremoti del 1438 (Intensità di VIII MCS), 1501 (VIII-IX), 1547 (VIII), 1818 (VII-VIII), 1971 (VII-VIII) (cf. www.ingv.it). Già a partire dall'800 diversi studiosi hanno notato una corrispondenza tra intensa attività delle salse e terremoti (STOHR, 1869; PANTANELLI & SANTI, 1896; PELLEGRINI *et alii*, 1982; GORGONI *et alii*, 1988; GORGONI, 1998, 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.

Inoltre, i lavori di BONINI (2009; 2012) evidenziano come un incremento dell'attività eruttiva delle salse sia collegata anche ad eventi sismici

con epicentro a diversi chilometri di distanza.

Dal punto di vista tettonico l'area della Riserva appare sviluppata su un'anticlinale con direzione appenninica (GASPERI *et alii*, 2005; BONINI, 2009 e 2012). Inoltre l'area è interessata dalla presenza di due sistemi di faglie e/o fratture a direzione NW-SE (sistema a direzione appenninica) e SW-NE (a direzione antiappenninica); questi elementi, che non risultano sui documenti geologici sopracitati, sono stati ipotizzati da CASTALDINI *et alii* (2003) sulla base di elementi morfologici. In dettaglio, nel campo delle salse, faglie e/o fratture sono state dedotte dall'allineamento degli apparati lutivomi (Fig. 7) e da un gradino morfologico di alcuni metri tra il settore Ovest e il settore Est della conca in cui si trovano le salse.

4. - CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Le salse di Nirano rappresentano un classico



Fig. 7 - L'allineamento degli apparati lutivomi testimonia la presenza di un sistema di faglie e/o fratture nell'area della Riserva
- The alignment of the mud-volcanoes highlights the presence of a faults and/or joints system in the Reserve area

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 simile ad una caldera vulcanica, questo fenomeno non ha nulla a che vedere con il vulcanismo, nonostante ciò sia quanto ritenuto da gran parte dei visitatori della riserva.

Una spiegazione a questa morfologia è che la conca che ospita le salse (a forma leggermente ovale con asse maggiore di circa 500 m e asse minore di circa 350 m) sia il risultato di un progressivo collasso gravitativo per il continuo svuotamento di fango emesso dagli apparati lutivomi (BERTACCHINI *et alii*, 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 alii*, 2005). L'ipotesi più recente, for-

mulata 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 e quindi concorda con quella di BERTACCHINI *et alii*, 1999.

Passando agli aspetti idrografici, i corsi d'acqua principali della Riserva, tutti a regime intermittente, sono il Rio Chianca (che definisce il confine occidentale e settentrionale), il Rio delle salse e il Rio Serra che scorrono nel settore meridionale e convogliano le loro acque nel Torrente Fossa. Vi sono inoltre diversi specchi d'acqua artificiali costruiti negli anni '60 per l'irrigazione. Attualmente si riconoscono cinque specchi d'acqua e quattro piccole paludi; altri sono stati completamente colmati da depositi palustri.

Nella riserva si possono osservare quasi ovunque i calanchi (Fig. 8) 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



Fig. 8 - Panoramica dei calanchi ubicati sui versanti ad est dell'Ecomuseo “Ca’ Rossa”
- Panoramic point of view of the badlands on the eastern slopes of the Ecomuseum “Ca’ Rossa”



Fig. 9 - Panoramica di una delle numerose frane che interessano l'area della riserva
 - Panoramic point of view of one of the numerous landslides which affect the reserve area

densità in cui i singoli impluvi sono separati tra loro da creste sottili a “lama di coltello”. Le acque di ruscellamento tendono ad assottigliare le creste grazie anche al fondamentale “contributo” di frane superficiali per colata e scivolamento che hanno la loro testata nella parte alta del versante. In pratica, oggi, l'evoluzione dei calanchi avviene soprattutto a causa delle frane che provocano un rapido arretramento della testata dei calanchi e ne colmano gli impluvi con i loro depositi argillosi.

Nell'area vi sono numerosissime frane attive (Fig. 9) che a luoghi interessano anche, in modo più o meno importante, strade o percorsi escursionistici della riserva.

Le forme antropiche più evidenti della riserva sono situate nei pressi dell'ingresso orientale; si tratta di una spianata sopraelevata su cui sorgeva un allevamento di esche vive per la pesca (dismesso a causa dell'istituzione della riserva), dell'area adibita a parcheggio pubblico e di una cava abbandonata di argille per ceramica, la cui scarpata

antropica è stata rimodellata dalle acque correnti superficiali che le hanno conferito un aspetto del tutto simile a quello dei calanchi.

5. - ITINERARIO DI VISITA

La riserva delle salse di Nirano offre numerose e variegate possibilità di visita, con percorsi escursionistici differenti per durata e grado di difficoltà: sei sentieri con nomi di animali (del Riccio, del Gheppio, del Gufo, del Tasso, del Capriolo, dei Tritoni), Giro delle salse e Itinerario siti aperti. Sono inoltre stati allestiti quattro percorsi didattici con bacheche illustrative: Le Api e la biodiversità, La flora spontanea e specie protette, Acqua in tutte le salse, Gusti memorabili.

STOP 1: IL CENTRO VISITE “CA' TASSI”

Il Centro Visite Cà Tassi, che nasce dal recupero di un vecchio complesso rurale ristruttura-

to secondo le norme di bioedilizia, è il fulcro dei servizi della Riserva. Cà Tassi ospita il museo naturale ed ornitico, gli strumenti per l'educazione ambientale multimediale (pannelli descrittivi, giochi interattivi e bacheche didattiche), l'auditorium e sala convegni, una reception (dove è possibile acquisire informazioni e acquistare materiali illustrativi e didattici), il laboratorio di sperimentazione per scolaresche, la biblioteca. All'esterno dell'edificio sono ubicati una piccola stazione meteorologica e un'area attrezzata per pic-nic. Nel 2007 è stato installato un nuovo impianto fotovoltaico, che assieme ai pannelli asserviti al sistema di irrigazione ed illuminazione esterna ha reso Cà Tassi il primo centro visite regionale energeticamente autonomo.

In questo primo Stop, D. CASTALDINI ha illustrato gli aspetti geologici e geomorfologici della Riserva e la Carta Turistico-Ambientale della Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano (CASTALDINI *et alii* 2011 a) che è stata distribuita ai partecipanti alla visita guidata (Fig. 10).

La Carta Turistico-Ambientale della Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano è una carta pieghevole, tascabile, stampata fronte/retro, con note illustrative sintetiche in italiano e in inglese, i cui elementi caratterizzanti sono una Carta Geoturistica e una immagine ad effetto 3D.

La Carta Geoturistica (cfr. Fig. 10) coniuga la rappresentazione dei più evidenti aspetti geomorfologici (salse, calanchi, frane, opere antropiche, litologia del substrato e depositi superficiali, laghetti, zone umide ecc.) che possono essere osservati e riconosciuti anche da persone non esperte con l'indicazione delle informazioni turistiche fondamentali (percorsi escursionistici e didattici, punti panoramici, aree di sosta attrezzate etc.); la base cartografica utilizzata è la Carta Tecnica Regionale della Regione Emilia-Romagna.

L'immagine ad effetto 3D sembra una veduta aerea della Riserva (Fig. 11), in realtà è una sua ricostruzione tridimensionale virtuale ottenuta a

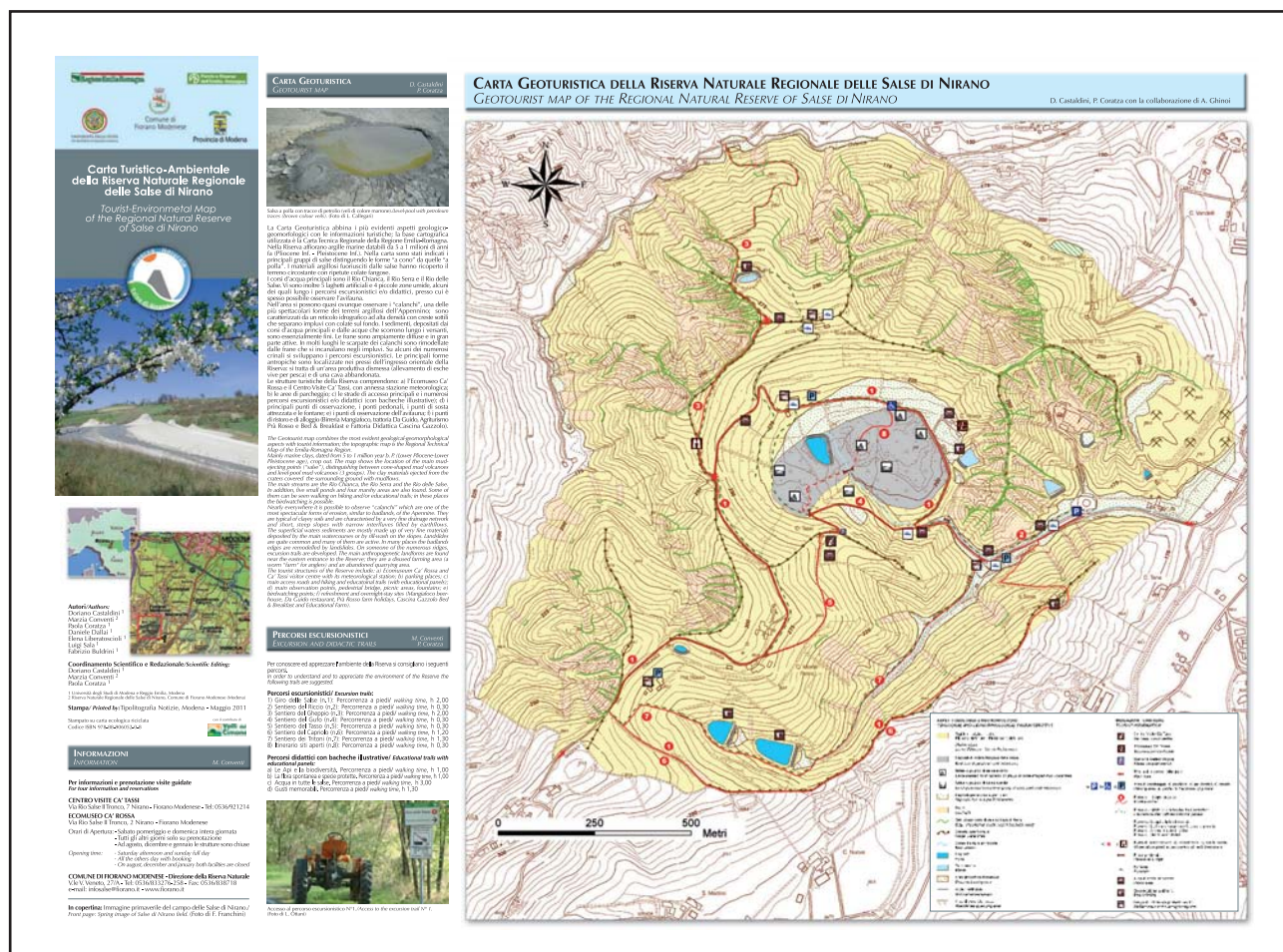


Fig. 10 - Parte frontale della Carta Turistico-Ambientale della Riserva naturale delle Salse di Nirano, (CASTALDINI *et alii*, 2011a)
- Front side of the Tourist-Environmental map of the regional Natural Reserve of Salse di Nirano, (CASTALDINI *et alii*, 2011a)



Fig. 11 - Immagine 3D della Riserva, ottenuta a partire dal Modello Digitale del Terreno (DTM) della Regione Emilia Romagna
 - Virtual 3D image of the Reserve, computed using a Digital Terrain Model (DTM) of the Emilia-Romagna Region

partire dal Modello Digitale del Terreno (DTM) della Regione Emilia Romagna e rivestita con le ortofoto digitali AGEA del 2008. Essa ha l'obiettivo di far comprendere gli aspetti morfologici della Riserva e i rapporti spaziali fra gli elementi territoriali citati nella Carta Geoturistica.

Gli altri contenuti della Carta Turistico-Ambientale sono: i) testi esplicativi che descrivono la riserva e il fenomeno delle salse, i percorsi escursionistici, flora e vegetazione, fauna, il Centro visite Cà Tassi e l'Ecomuseo Cà Rossa; ii) immagini fotografiche degli aspetti ambientali più significativi; iii) informazioni logistiche; iv) indicazioni sintetiche sulle attrattive turistiche dei dintorni.

La Carta Turistico-Ambientale testimonia come la ricerca scientifica, in particolare la ricerca geologica (s.l.), possa efficacemente contribuire alla realizzazione di documenti per il settore del Turismo.

STOP 2: IL CAMPO DELLE SALSE

La visita attraverso il campo delle salse si è svolta seguendo l' "Itinerario siti aperti" (percorso n. 8), che si sviluppa grossomodo in direzione NE-SO), partendo dalla sua estremità sud - occidentale.

L'itinerario nel tratto Sud - Ovest si sviluppa direttamente sul terreno, ossia camminando sui depositi di colate fangose delle salse mentre il tratto

Nord – Est, per una lunghezza di circa 150 m, si sviluppa su passerella in legno. L'utilizzo di questo manufatto consente la tutela integrale del campo delle salse e l'ampliamento dell'accessibilità ai soggetti diversamente abili. L'itinerario è infatti stato ideato anche per persone con problemi di deambulazione e ipovedenti, grazie alla realizzazione di un camminamento privo di barriere architettoniche, dotato di idonei elementi quali parcheggi riservati, e corrimano di accompagnamento, passerelle di adeguate pendenze e dimensioni per carrozzine a servizio di portatori di handicap. Il percorso su passerella assicura la visita di una buona porzione della riserva anche in condizioni di terreno bagnato.

Lungo tutto il percorso, quindi sia nel tratto in passerella sia in quello sul terreno, sono stati posizionati dei pannelli illustrativi sui vari aspetti ambientali della Riserva scritti in italiano, in inglese e anche in braille per consentire la visita anche agli ipovedenti.

In occasione della visita lungo l'itinerario siti aperti i partecipanti (un centinaio, di tutte le età) hanno avuto modo di apprezzare la forma a "caldera" all'interno della quale "eruttano" le salse, due gruppi di salse a cono e un gruppo di salse a polla con punti lutivomi sia attivi che quiescenti, le spettacolari forme di erosione dei calanchi con le frane che ne colmano gli impluvi e un esempio di uno specchio d'acqua artificiale.

STOP 3: ECOMUSEO CA' ROSSA

Dopo aver abbandonato l'Itinerario siti aperti, i partecipanti si sono diretti verso Cà Rossa percorrendo un breve tratto del "Giro delle salse" (itinerario n. 1) che si snoda intorno alla conca delle salse in corrispondenza della Strada Comunale. In questo breve percorso i partecipanti hanno comunque avuto modo di osservare gli  due apparati lutivomi a cono, ubicati al bordo della Strada Comunale (Fig. 4 e 5). Un paio di giorni prima dei più forti terremoti della sequenza sismica emiliana del 2012, è stata visivamente registrata una aumentata attività lutivoma delle salse che ha portato alla modifica della morfologia dei principali apparati.

La visita guidata si è conclusa a Cà Rossa (Fig. 8), un edificio rurale restaurato secondo i dettami della bioarchitettura ed aperto al pubblico solo nel 2010, che ospita "L'Ecomuseo" definito come "un patto con cui la comunità si prende cura del proprio territorio". Cà Rossa è quindi un luogo di partecipazione sociale e di formazione permanente in cui rievocare le tradizioni attraverso l'esposizione delle fotografie, dei documenti e degli attrezzi del passato promuovendone la conoscenza non solo attraverso video, interviste e giochi multimediali ma anche valorizzando i "gusti memorabili", prodotti enogastronomici coltivati e cucinati come un tempo. La struttura ospita anche il laboratorio dell'olio, il baule dei ricordi ed il mini frantoio utilizzato dagli agricoltori locali per la frangitura delle olive di Nirano.

Nel boschetto antistante l'Ecomuseo è stato possibile osservare il piccolo punto lutivomo che si è manifestato dopo la sequenza sismica emiliana del 2012.

Ringraziamenti:

Si ringrazia l'Amministrazione del Comune di Fiorano Modenese per aver messo a disposizione le strutture della Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano e il Corpo delle Guardie Ecologiche Volontarie per avere collaborato alla realizzazione della visita guidata.

Si ringrazia la Dott. V. RICCI per la revisione del manoscritto.

Le fotografie di fig. n. 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, sono state realizzate da D. CASTALDINI.

L'immagine di fig. n. 11 è stata realizzata da E. LIBERATOSCIOLI.

BIBLIOGRAFIA

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.

ASTORI A., CASTALDINI D., BURRATO P. & VALENSISE G. (2002) - *Where the Alps meet the Apennines. Active tectonic and seismicity of the central Po Plain. SAFE (Slow Active Faults in Europe). Semester meeting, Mantova, 20-23 sept. 2002, Guide to excursion.* INGV, Roma, p.41.

BERTACCHINI M. (a cura di) (2009) - *Geobenessere. La Geologia tra Salute e Wellness.* Artestampa Ed., Modena, p. 131.

BERTACCHINI M., GIUSTI C., MARCHETTI M., PANIZZA M. & PELLEGRINI M. (a cura di) (1999) - *I Beni Geologici della Provincia di Modena.* Artioli Ed., Modena, p. 104.

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

BONINI M. (2009) - *Mud volcano eruptions and earthquakes in the Northern Apennines and Sicily, Italy.* *Tectonophysics*, 474, 723-735

BONINI M. (2012) - *Mud volcanoes: Indicators of stress orientation and tectonic controls.* *Earth-Science Reviews*, 115, 121-152

CAROBENE L. & GASPERI G. (2008) - *Vulcanetti di fango a Nirano (Modena).* *Geoitalia*, 25, 42- 43

CASTALDINI D., MORETTI S. & RODOLFI G. (a cura di) (1988) - *Guidebook For The Excursion In The Toscana, Emilia And Veneto Regions. Proc. I.G.U. Joint Meeting On Geomorphological Hazards. 28/5 - 4/6/1988, Firenze-Modena-Padova (Italy), p. 151.*

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'inchiostruoblu. Bologna, 121-127.

CASTALDINI D., VALDATI J., ILIES D.C. & CHIRIAC C. with contributions by BERTOGLIA 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) - Volume Speciale, 245-255.

CASTALDINI D., CONTI S., CONVENTI M., DALLAI D., DEL PRETE C., FAZZINI M., FONTANA D., GORGONI C., GHINOI A., RUSSO A., SALA L., SERVENTI P., VERRI D. & BARBIERI M. (2007) - *Le Salse di Nirano.* CD ROM. *Enciclopedia Multimediale.* Comune di Fiorano Modenese.

CASTALDINI D., CONVENTI M., CORATZA P., DALLAI D., LIBERATOSCIOLI E., SALA L. & BULDRINI F. (2011a) - *Carta Turistico - Ambientale della Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano.* Comune di Fiorano Modenese, Tipolitografia Notizie, Modena, ISBN 978-88-906052-0-8.

CASTALDINI D., CONVENTI M., CORATZA P. & LIBERATOSCIOLI

- E., con il contributo di DALLAI D., SALA L. & BULDRI-
NI F. (2011b) – *La “Nuova” Carta Turistico - Ambientale
della Riserva Naturale Regionale delle Salse di Nirano (Ap-
pennino Modenese, Italia Settentrionale)*. Bollettino A.I.C.
nr.143/2011, ISSN 00449733, 275-289.
- COPPI F. (1875) - *Brevi note sulle Salse Modenesi*. Bollettino del
R. Comitato Geologico, 7-8, 1-7.
- CORATZA P. & MARCHETTI M. (a cura di) (2002) - *Geomorpho-
logical Sites: research, assessment and improvement. Proceedings
of the Workshop held in Modena, Italy, on June 19-22, 2002*,
Legoprint, Lavis (TN) p.110.
- GASPERI G., CREMASCHI M., MANTOVANI UGUZZONI M.P.,
CARDARELLI A., CATTANI M. & LABATE D. (1989) – *Evo-
luzione 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., PIZZOLO 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 Fio-
rano Modenese. Tip. ABC, Sesto Fiorentino (Firenze),
128 pp.
- GRUPPO DI LAVORO CPTI (1999) – *Catalogo parametrico di ter-
remoti italiani*. ING-GNDT-SGA-SSN, Bologna, 88 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, Bo-
logna. 766 pp.
- PANIZZA M. (1992) - *Geomorfologia*. Pitagora Ed., Bologna.
397 pp.
- PANTANELLI D. & SANTI V. (1896) – *L'Appennino Modenese*.
Ed. Cappelli, Rocca San Casciano, Ristampa 1996, Ed.
Iaccheri, Pavullo nel Frignano.
- 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 Geol. Reg. Soc. Geol. It., Bologna 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.
- PLINIO IL VECCHIO (50 d.C., circa) - *Historia Mundi Naturalis*.
Libro II-85. Einaudi Ed., Torino
- STOPPANI A. (1881) - *Il Bel Paese*, Milano, p. 651.
- STOHR R. (1869) – *Intorno agli strati terziari superiori di Montegibbio e
vicinanze*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena, 4.