

Le Salse di Nirano, tra passato e presente

Maria Teresa De Nardo,

Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli,

Direzione Cura del Territorio e dell'Ambiente, Regione Emilia-Romagna

Febbraio 2019

1. Premessa

Nel 2017 a cura di Dorian Castaldini, Marzia Conventi, Paola Coratza e Giovanni Tosatti è stata pubblicata la monografia “Studi interdisciplinari in Scienze della Terra per la fruizione in sicurezza della Riserva Naturale delle Salse di Nirano” (Castaldini D., Conventi M., Coratza P. e Tosatti G., supplemento Atti Soc. Nat. Mat. Modena n. 148), disponibile anche in http://www.socnatmatmo.unimore.it/?page_id=1759&lang=it, sito della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, di cui gli “Atti” sono rivista scientifica dal 1866.

La pubblicazione è la sintesi di uno studio promosso nel 2014 dal Comune di Fiorano Modenese, ove ha sede la Riserva, in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell’Università di Modena e Reggio Emilia. Lo scopo era quello di acquisire nuove conoscenze sul fenomeno geologico delle Salse di Nirano, per una prima analisi delle manifestazioni naturali in relazione all’elevata frequentazione di questo sito, tanto ricco di suggestione quanto agevolmente raggiungibile e visitabile da escursionisti di ogni età.

Lo studio, svoltosi negli anni 2015 e 2016, ha visto impegnato un gruppo di lavoro coordinato dal prof. Dorian Castaldini del Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche e formato da varie competenze provenienti dall’Università come da altri Enti Pubblici. Per le finalità conoscitive dello studio, è stato richiesto al Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli un contributo tecnico di settore, data la necessità (tra le altre cose) di rivedere ed aggiornare la Carta Geologica dell’Appennino emiliano-romagnolo a scala 1:10.000, nell’area di interesse

In particolare, con il contributo del Servizio Geologico sono stati trattati i seguenti temi:

1. in collaborazione con il prof. Castaldini, il rilevamento di dettaglio delle manifestazioni lutivome e dei loro depositi, con una sintesi cartografica della loro evoluzione nel tempo, (Castaldini *et alii*, 2017, <http://www.socnatmatmo.unimore.it/download/Attiz017-suppl.pdf#page=21>)
2. l’inquadramento geologico regionale, la revisione della carta geologica 1.10.000, la raccolta e interpretazione di dati da pozzi per idrocarburi (stesso sito)
3. l’inquadramento delle Salse di Nirano entro il panorama regionale di questo tipo di manifestazioni, localizzate nel settore emiliano della catena ed in particolare nel Pedepennino e medio Appennino reggiano e modenese. Sono fenomeni geologici storicamente documentati, come localizzazione ed in alcune delle loro fasi di attivazione. Per la prima volta, le attivazioni storicamente documentate sono state studiate attraverso l’uso di programmi GIS, ricavandone un quadro regionale di prima approssimazione (Bonaposta e De Nardo, 2017, <http://www.socnatmatmo.unimore.it/download/Attiz017-suppl.pdf#page=57>)

Nelle pagine seguenti sono presentati alcuni dati inediti relativi al punto 1 (integrati da riferimenti tratti dalla documentazione storica), dai quali è stata poi derivata la sintesi pubblicata nella monografia. L’analisi è basata sull’acquisizione delle cartografie storiche disponibili e sulla comparazione delle immagini telerilevate. Quest’ultima attività è stata svolta in collaborazione con il prof. Dorian Castaldini, analogamente al rilevamento geologico e geomorfologico dell’area a cui si accennerà brevemente.

2. Le Salse di Nirano nell'attualità

Nello studio pubblicato, gli apparati sono indicati, con le lettere A, B, C, D, E, F, G, H, procedendo da est verso ovest come indicato in figura 1.

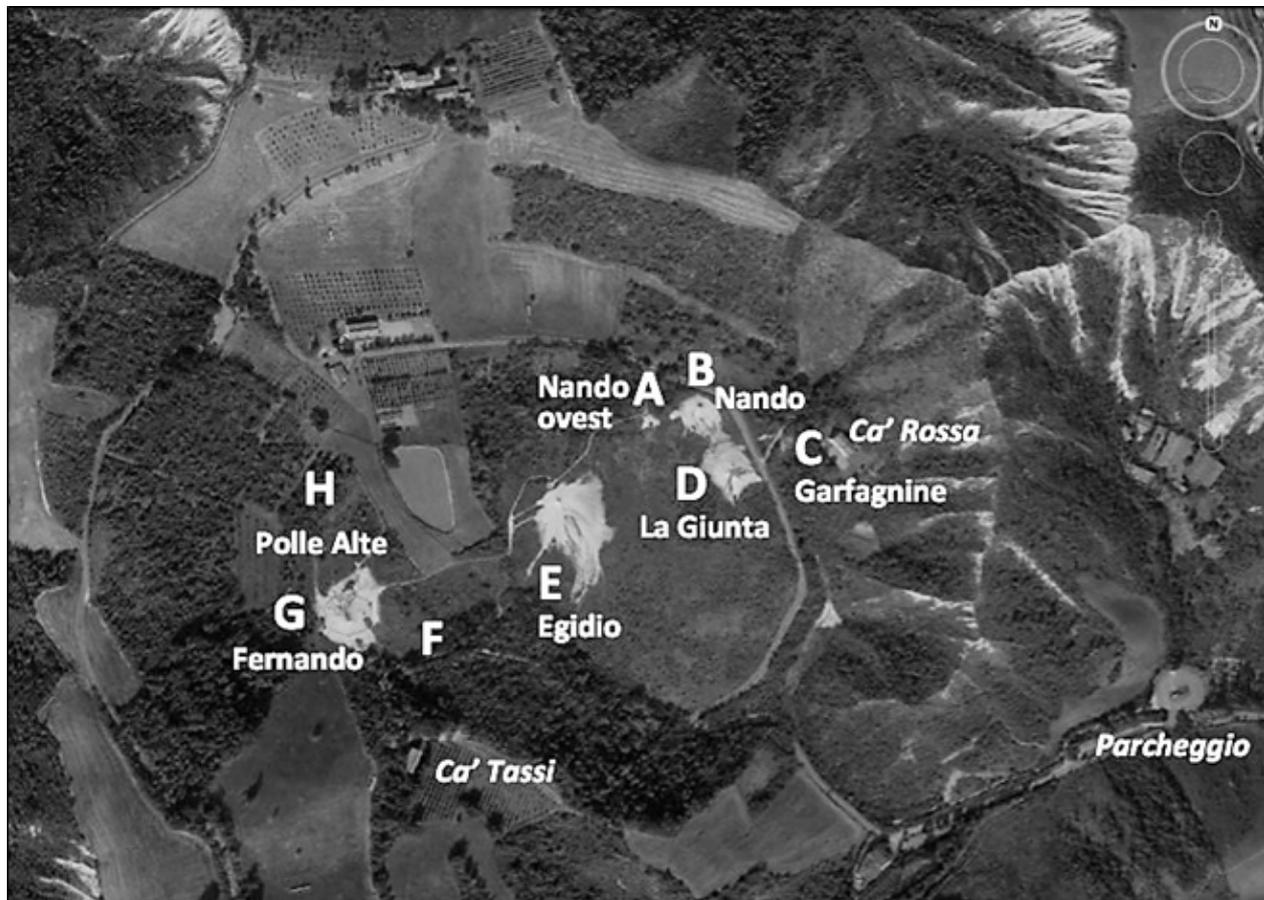


Figura 1 – Nomenclatura degli apparati (o gruppi di bocche lutivome isolate) che si riscontrano nella Riserva regionale delle Salse di Nirano, istituita nel 1982 (tratta da Castaldini, Conventi e Coratza eds., 2017), basato su immagine Google Earth del 28-9-2016. Spiegazioni nel testo

Gli apparati sono costruiti dalle colate che si diramano dai punti di emissione delle salse, attraverso i quali la pressione del gas metano in risalita veicola il fango, mescolato ad acqua salata. I nomi che affiancano le lettere sono quelli attribuiti dal personale¹ che, dall'istituzione della Riserva, ha seguito l'evolversi delle salse.

In occasione dello studio svolto nel 2015-2016, sono stati raccolti anche nuovi dati geologici e geomorfologici sulle salse, tradotti in una carta di dettaglio allegata alla pubblicazione (Castaldini *et alii*, 2017). Ne è derivato anche un contributo all'aggiornamento delle banche dati del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, adattato alla legenda della Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo a scala 1:10.000, come schematizzato in figura 2.

¹ In special modo, il signor Luciano Callegari

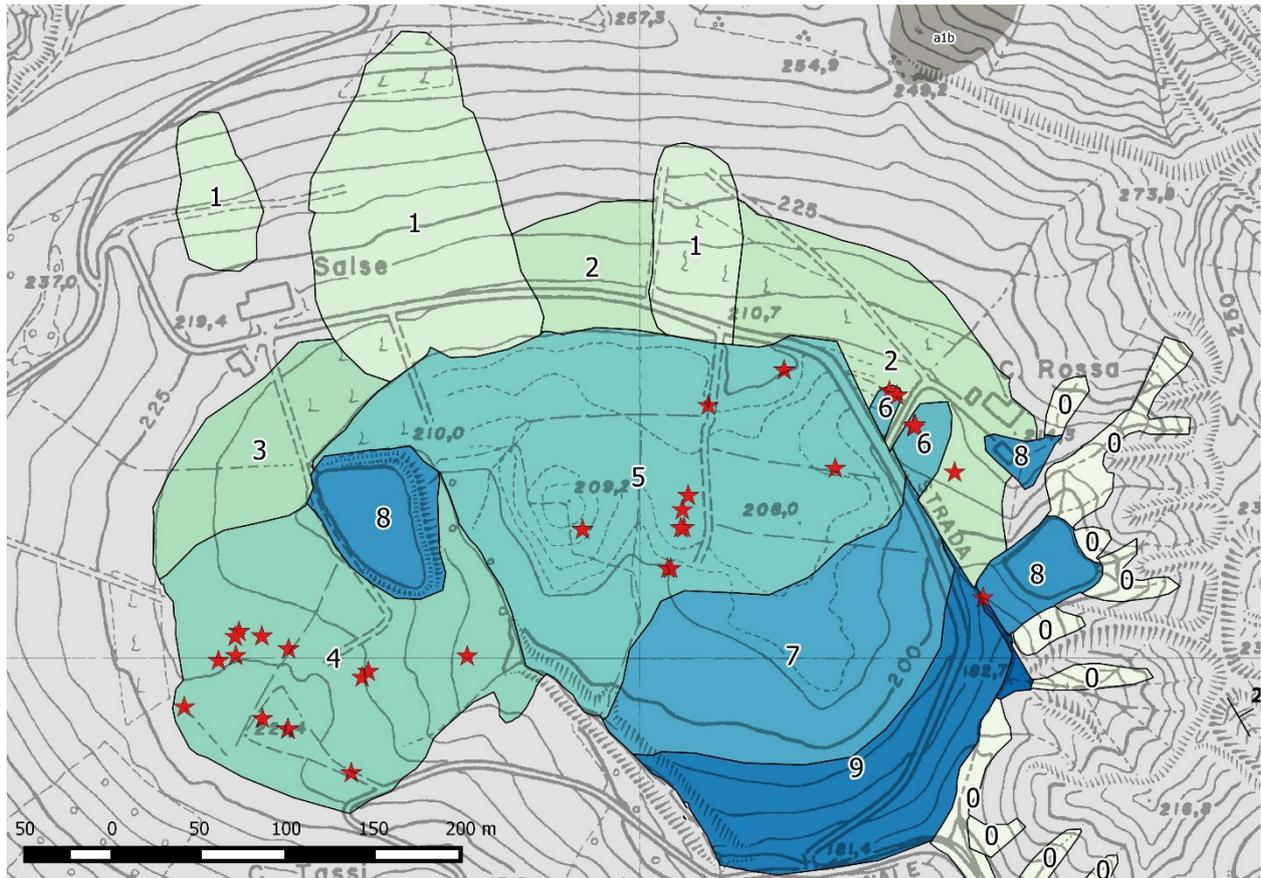


Figura 2 - Revisione della cartografia geologica regionale (con l'aggiunta di alcuni dettagli) conseguente allo studio del 2015-2016; spiegazioni nel testo. Le stelle rosse indicano i principali punti di emissione.

Il substrato (in colore grigio) è dato dalle peliti della Formazione delle Argille Azzurre (FAA, Pliocene-Pleistocene inf.). Le coperture detritiche sono state suddivise nelle categorie di seguito descritte (facendo riferimento ai numeri in figura 2) : 0 = depositi alluvionali e di versante (indifferenziati in questa schematizzazione); 1 = frane quiescenti; 2 = depositi eluvio-colluviali; 3 = depositi misti (di salsa e colluviali) ; 4, 5, 6, 7 = depositi prodotti dall'attività delle salse; 8 = depositi di origine antropica (riporti, arginature per laghetti artificiali ecc.); 9 = area con detrito di FAA, interessato da soliflusso. In particolare, 4 = indica i depositi degli apparati F, G, H; 5 = quelli di A, B, D, E; 6 = quelli delle recentissime C (vedi oltre).

La figura 3 illustra la distribuzione dei punti di emissione o bocche lutivome, rilevate in campagna nel 2015-2016 (in rosso) ed i depositi attivi risalenti al 2014 (poligoni verdi), ottenuti da immagini telerilevate.

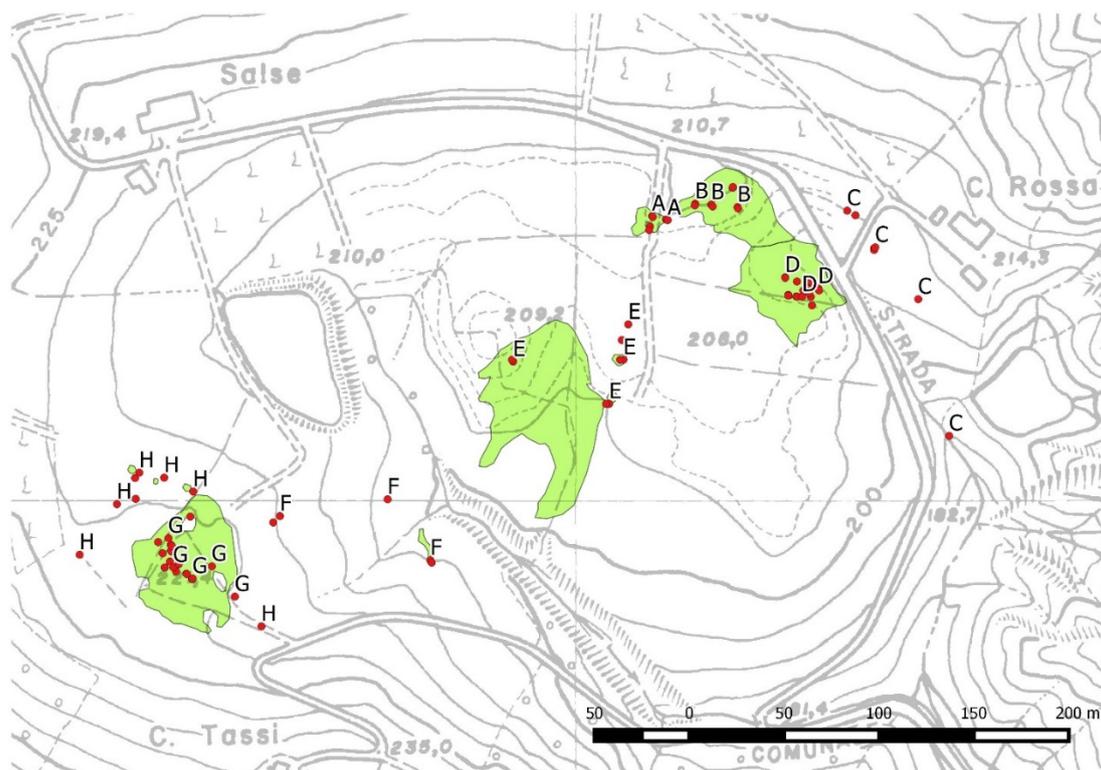


Figura 3 – Punti di fuoriuscita delle emissioni fangose delle Salse di Nirano, come rilevati in campagna nel 2015-2016 e differenziati per apparato, con le lettere di figura 1. In colore verde sono rappresentati i depositi attivi, ricavati dalle riprese satellitari del 2014, scelte tra le più recenti disponibili

Per “depositi attivi” si intendono le aree dove è in atto la deposizione dei fanghi per effetto di colate che si ripetono a breve distanza di tempo e si sovrappongono, in modo tale da impedire il formarsi di una copertura vegetale stabile, anche data dalle sole piante alofile che si adattano al contenuto salino dei fanghi stessi.

3. Analisi storica ed evolutiva: depositi attivi e punti di emissione

Per la prima volta sono stati analizzati e confrontati, con l'uso di programmi GIS, le informazioni territoriali sulle Salse di Nirano, derivanti da cartografie storiche, pubblicazioni e immagini telerilevate. Nelle tabelle a seguire sono descritte le fonti bibliografiche e le immagini telerilevate utilizzate.

Cartografia	Anno	Scala originale cartaceo
Carta Topografica del Regno d'Italia (I edizione) Ist. Geogr. Militare, IGMI	1884	1:25.000
Biasutti,	1907	1:2.800
Mucchi	1966	1: 1667 circa
Gorgoni (anno rilevamento, 1999)	2003	1: 2857 circa

Tabella 1 – Rassegna delle cartografie utilizzate con le relative scale, da bibliografia

Volo	Anno	Scala originale cartaceo
Volo GAI	1954	1:33,000
Volo RER	1973	1:13.000
Volo RER	1976-78	1:13.000
Volo	1985	1:35.000
Volo Italia	1987-88	1:70.000 (anche in Geoportale Nazionale)
Volo Italia	1994	1: 70.000 (anche in Geoportale Nazionale)

Tabella 2 – Immagini telerilevate: rassegna delle foto aeree utilizzate e scale degli originali.

Ortofoto digitali	Anni
Aima	1997
Agea	2000, 2008, 2011
da Geoportale Nazionale	2006 e 2012
Riprese satellitari	Anni
Quickbird	Successiva al 2001
Google Earth	2003, 2011, 2014

Tabella 3 – Immagini telerilevate: rassegna delle ortofoto digitali e delle riprese satellitari utilizzate, disponibili in formato digitale.

Il percorso analitico compiuto parte dalle cartografie di fine '800-inizio'900 per giungere alle moderne riprese satellitari, di cui un esempio si ha appunto in figura 1.

3.1. ESEMPI DI CARTOGRAFIE STORICHE

Pur non essendo utilizzabile per gli scopi di questo studio, in quanto povera di elementi utili alla georeferenziazione, viene citata la cartografia allegata alla pubblicazione di Stöhr (1866), prodotta in seguito al rilevamento dell'Autore; uno stralcio è riportato in figura 4.

I colori sono originali, in rosso sono indicate le bocche lutivome, in giallo le emissioni di metano, in blu i pozzi petroliferi² di Rio Chianca, attualmente indicato come “Rio del Petrolio” nella Carta Tecnica Regionale.

² Si tratta di antiche perforazioni, parte delle quali descritte dallo studioso Lazzaro Spallanzani, nel 1711, attraverso cui si estraeva il cosiddetto “petrolio di Montegibbio”, noto da secoli e commercializzato.

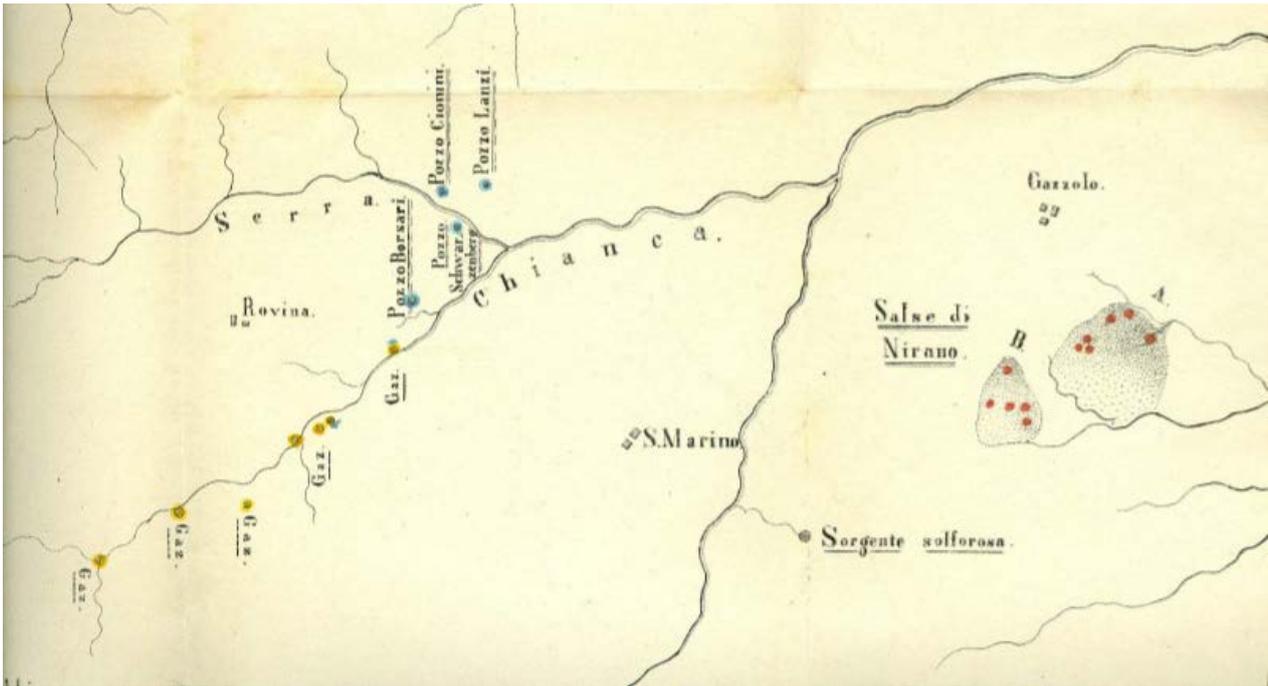


Figura 4 – Stralcio della carta di Emilio Stöhr (1866), con le Salse di Nirano. Sono riconoscibili gli apparati principali.

La prima edizione della Carta Topografica dell'Istituto Geografico Militare, base topografica ufficiale dell'Italia post-unitaria, rappresenta le Salse di Nirano con i loro apparati principali (figura 5). Questa è una novità rispetto alle carte topografiche pre-unitarie, ad esempio quella del Ducato di Modena



(1821), che non recava alcune informazione sui locali “vulcanelli” di fango.

Figura 5 – Le Salse di Nirano, nella tavoletta “Sassuolo” della Carta Topografica del Regno d’Italia, rilevata nel 1884. Sono rappresentati gli apparati B, D, E, G, H di figura 1

In bibliografia si rinvencono cartografie di maggiore dettaglio rispetto alla tavoletta 1:25.000 IGM, ottenute da rilevamenti di campagna (su base topografica o con apposito rilevamento topografico) dei gruppi di salse. Un pregevole esempio in tal senso è la cartografia pubblicata da Biasutti (1907), rilevata nel 1906-1907 su base topografica IGM, riprodotta in figura 6.

Gli apparati, indicati con numeri romani, sono ben riconoscibili ed è facile la correlazione con quelli attuali di figura 1. L'Autore ha accuratamente cartografato i punti di emissione, disegnando i coni e le polle (indicate da frecce), queste ultime corrispondenti a pozze o laghetti di fango da lui descritti.

Salse con polle o (nei casi più estesi) laghetti si osservano anche attualmente nelle stesse localizzazioni indicate dell'Autore.

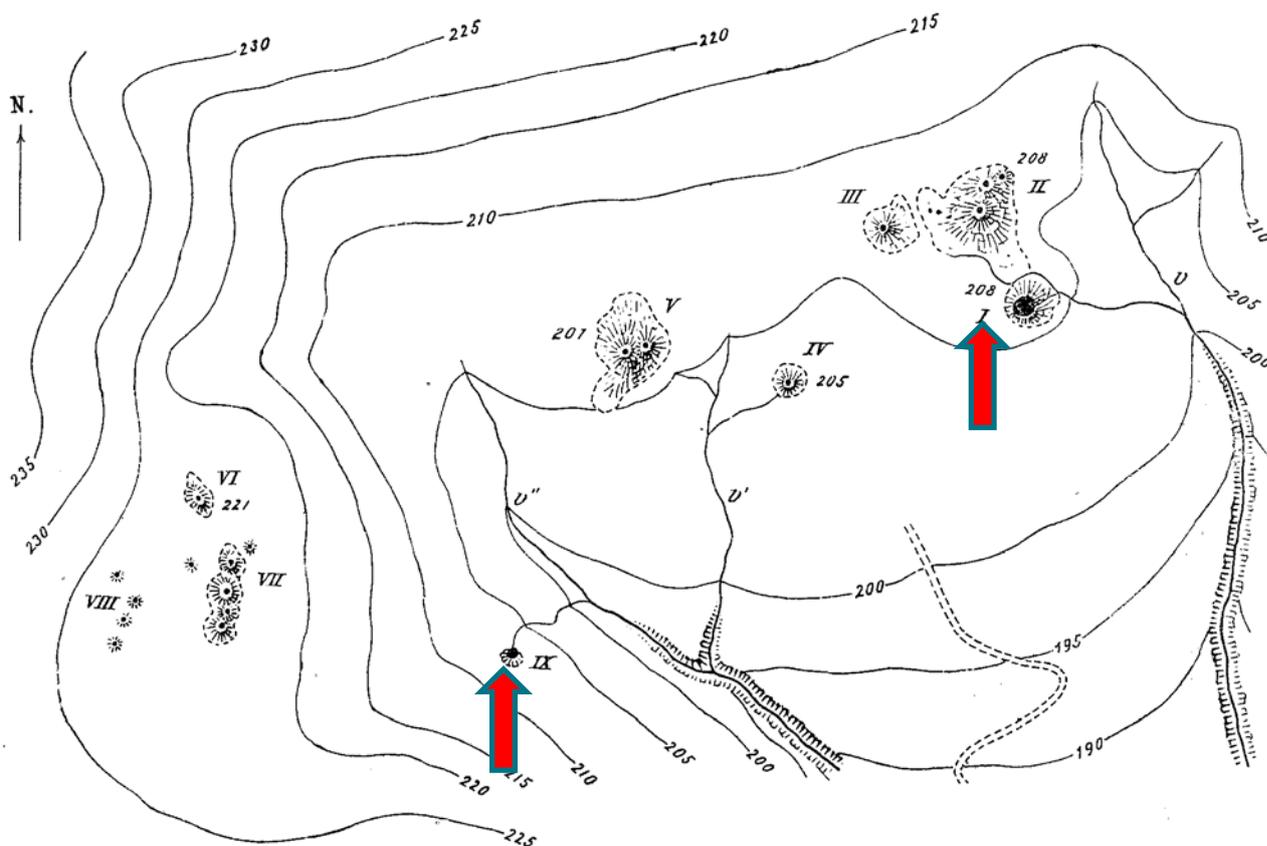


Fig. 8^a. — Salsa di Nirano. (1 : 2800).
(Rilievo eseguito il 14 Settembre 1906 e il 29 Marzo 1907.)

Figura 6 - carta delle Salse, tratta da Biasutti (1907). Sono rappresentati i coni e, in nero, le polle (frecce) che possono raggiungere dimensioni di un vero e proprio laghetto nell'apparato I, indicato con D, in figura 1.

L'estensione areale dei depositi attivi non trova però corrispondenza con l'attuale di figura 1. Infatti, prima dell'istituzione della Riserva, le salse affioravano nei campi coltivati ed opere di drenaggio locale allontanavano il fango, per liberare il terreno agricolo dal dannoso fluido salino, penalizzando però il naturale accrescimento degli apparati.

Questa stessa caratteristica si osserva nella tavola allegata alla monografia di Mucchi (1966), in figura 7, dove il contorno dei depositi attivi è stato evidenziato con una linea rossa.



Figura 7 – carta delle Salse, tratta da Mucchi (1966). Con una linea rossa sono stati ripassati i contorni dei depositi attivi, definiti dall'Autore attraverso il limite della vegetazione.

Solo dopo l'istituzione della Riserva, nel 1982, i vari apparati hanno avuto modo di svilupparsi in condizioni di naturalità, così come oggi li possiamo osservare.

3.2 EVOLUZIONE DEI DEPOSITI ATTIVI

Le elaborazioni che seguono sono state svolte in collaborazione con il prof. Dorian Castaldini del Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche dell'Università di Modena e Reggio Emilia.

Della documentazione esaminata, le immagini telerilevate (foto aeree e riprese da satellite) sono le più ricche di informazioni. Questo compatibilmente con la qualità della foto e la scala d'origine della ripresa, considerando che le analisi descritte nei paragrafi seguenti sono state svolte a scala di dettaglio, 1:2000 circa. Le immagini telerilevate coprono un arco di tempo di 60 anni; in particolare, per gli ultimi 20 anni si dispone di riprese effettuate ogni due anni.

Sono stati cartografati, a scala di dettaglio (1:2100) e con uso di programmi GIS, i depositi attivi per ciascun apparato, riferiti alle varie fonti, dalle cartografie storiche (tabella 1) alle immagini telerilevate (tabelle 2 e 3).

La cartografia più antica utilizzata è stata quella di Biasutti (1907), dato che la tavoletta IGM 1:25.000 "Sassuolo" del 1884 (figura 5) riporta le bocche lutivome ma non i depositi. Quando necessario, le cartografie e le immagini sono state georeferenziate sulla Carta Tecnica Regionale, per rendere possibile il confronto per sovrapposizione con i dati tratti dalle basi dati informatizzate della Regione Emilia-Romagna.

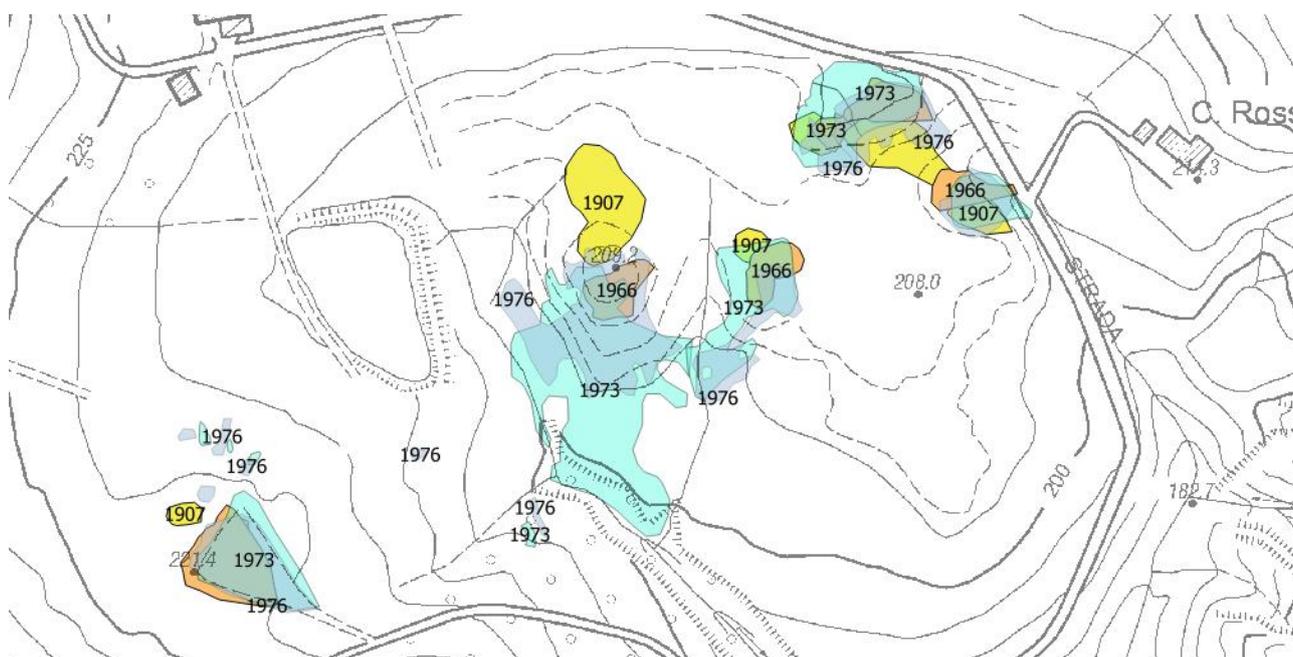


Figura 8 – Carta dei depositi attivi, in vari colori sono rappresentati i depositi documentati per gli anni 1907, 1966, 1973 e 1976-78, ossia prima dell'istituzione della Riserva. Scala 1:2100 circa.

La figura 8 rappresenta la situazione dei depositi attivi (in un arco di tempo di circa 70 anni) prima dell'istituzione della Riserva, quando la loro forma era condizionata dall'uso agricolo locale, in quanto le arature tendevano a spargere i fanghi, plasmandoli secondo la geometria dei solchi. I dati tratti da Biasutti (1907) possono essere viziati dalle difficoltà incontrate nella georeferenziazione, come del resto è accaduto per la cartografia delle bocche lutivome (vedi oltre).

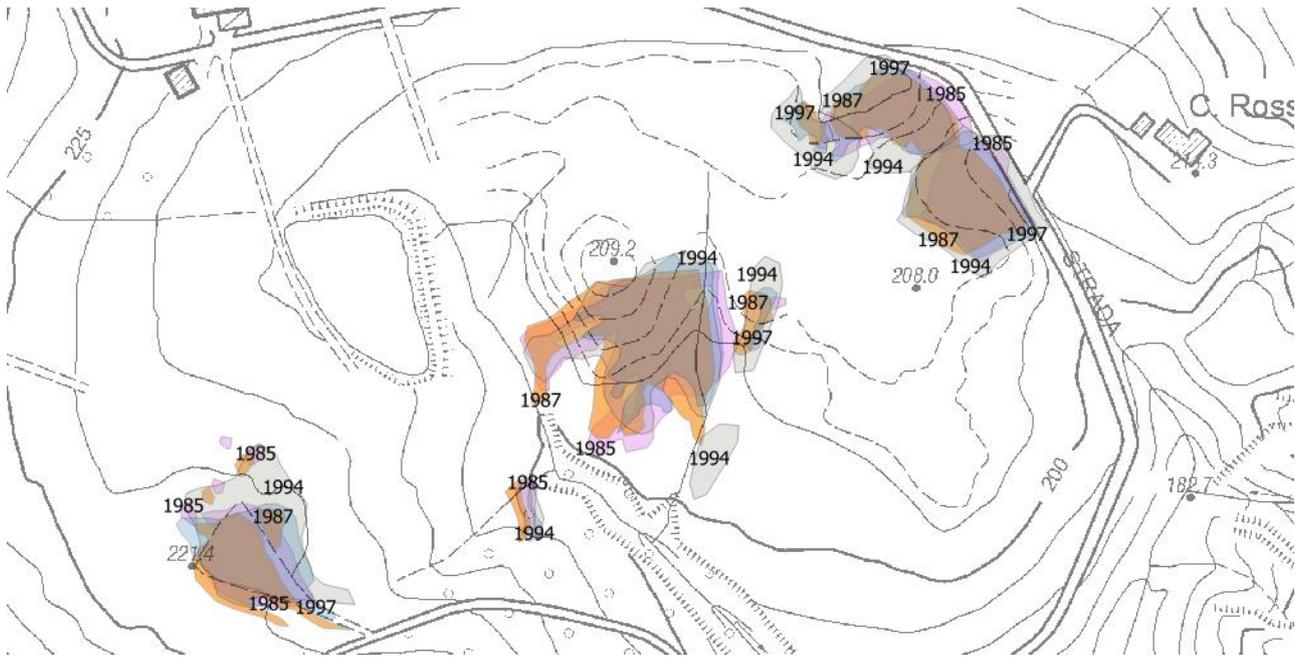


Figura 9 - Carta dei depositi attivi, in vari colori sono rappresentati i depositi documentati per gli anni 1985, 1987-88, 1994 e 1997. Scala 1:2100 circa.

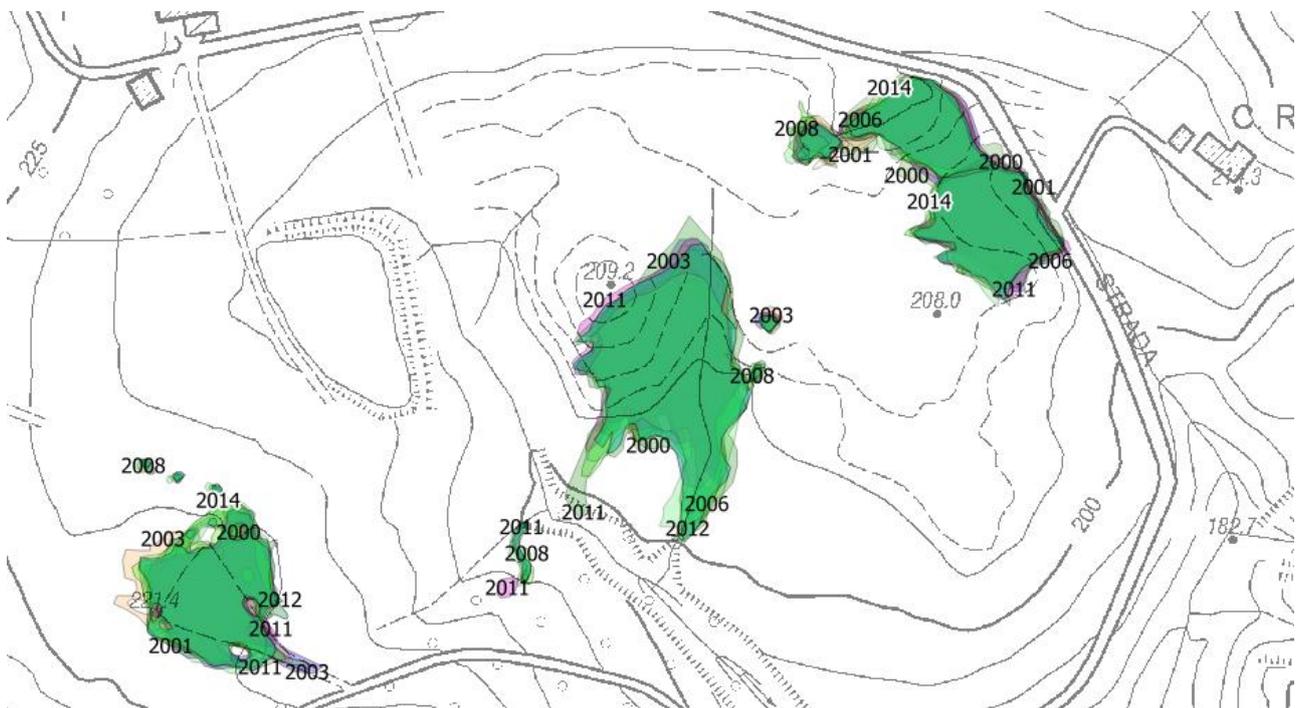


Figura 10 - Carta dei depositi attivi, dal 2000 al 2014. Scala 1:2100 circa.

Dal confronto tra le figure 8, 9 e 10 si osserva la graduale evoluzione della forma dei depositi, per tutti gli apparati, da una situazione condizionata dall'uso agricolo del suolo (figura 8) verso lo stato di naturalità, ripristinato con l'istituzione della Riserva nel 1982 (figure 9 e 10). Gli apparati D e

soprattutto B sono stati condizionati nella loro espansione dall'incisione del corso d'acqua, attraverso cui una parte delle colate di fango vengono allontanate dal settore a Sud-Ovest di Ca' Rossa

I grafici che seguono (figure da 11 a 18) mostrano l'evoluzione della superficie (in metri quadrati) dei depositi attivi cartografati ed illustrati nelle figure da 8 a 10. Sono stati elaborati i dati sulla superficie dei depositi (riferiti alla scala d'analisi 1:2100) per ciascuno degli apparati individuati in figura 1, in relazione all'anno della documentazione consultata.

Le fonti informative utilizzate sono quelle indicate nelle tabelle 1, 2, 3 suddivise (simboleggiate dai diversi colori) in tre categorie: cartografie, foto aeree, ortofoto e riprese satellitari; nel caso di più riprese riferite allo stesso anno (es. Google Earth, anni 2003 e 2011), sono state scelte quelle di migliore qualità per lo scopo dello studio.

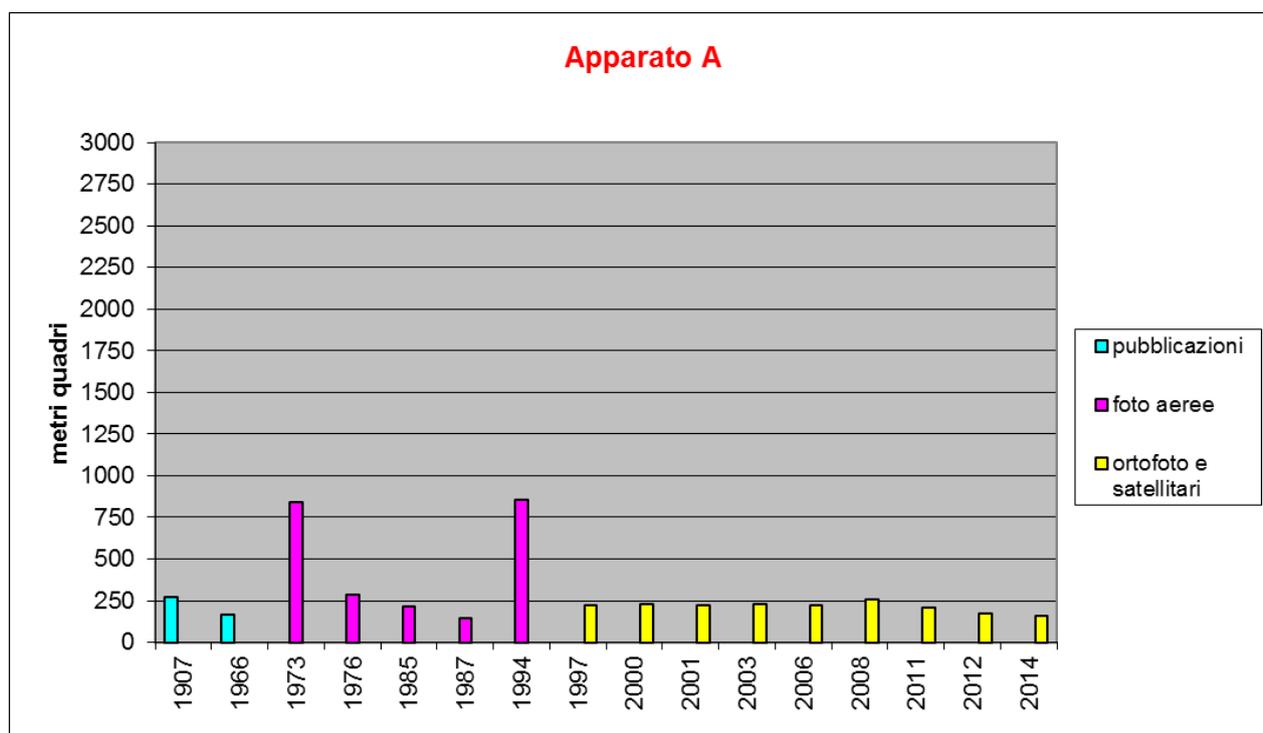


Figura 11 - Evoluzione della superficie dei depositi attivi dell'apparato A, detta anche "Nando Ovest".

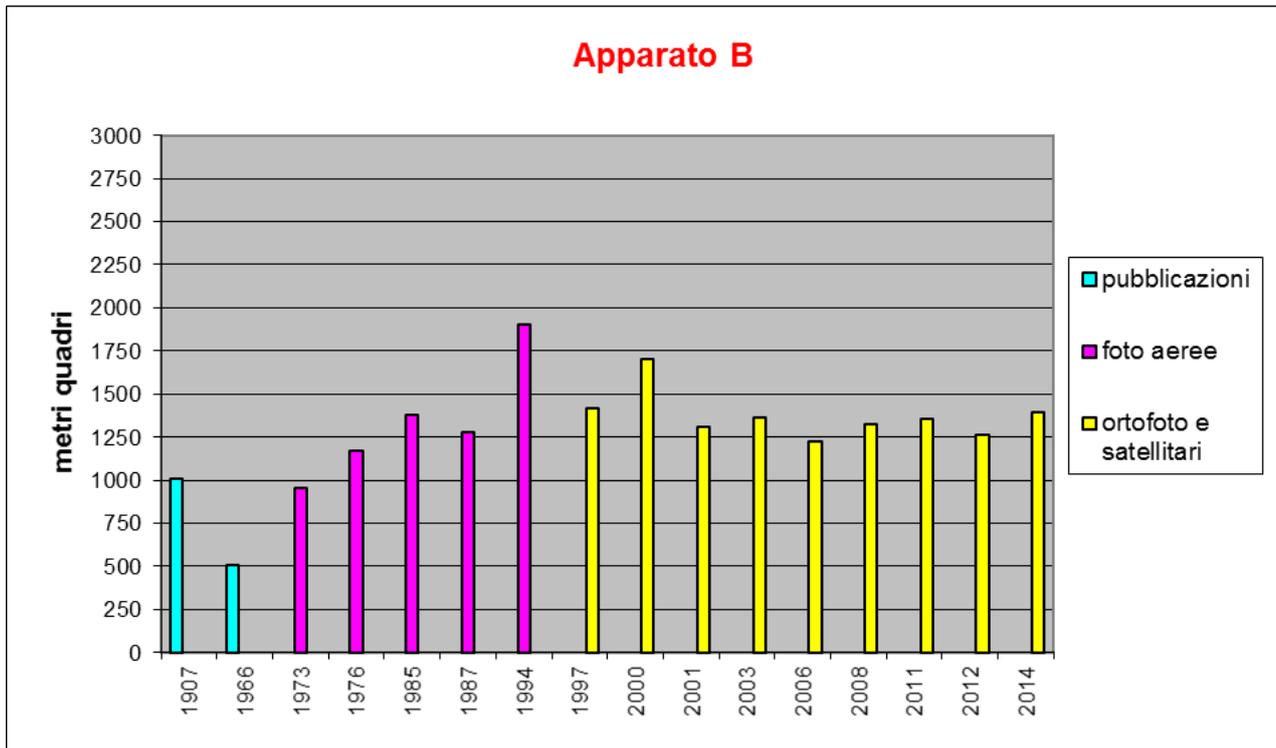


Figura 12 – Evoluzione della superficie dei depositi attivi dell'apparato B, detta anche “Nando”.

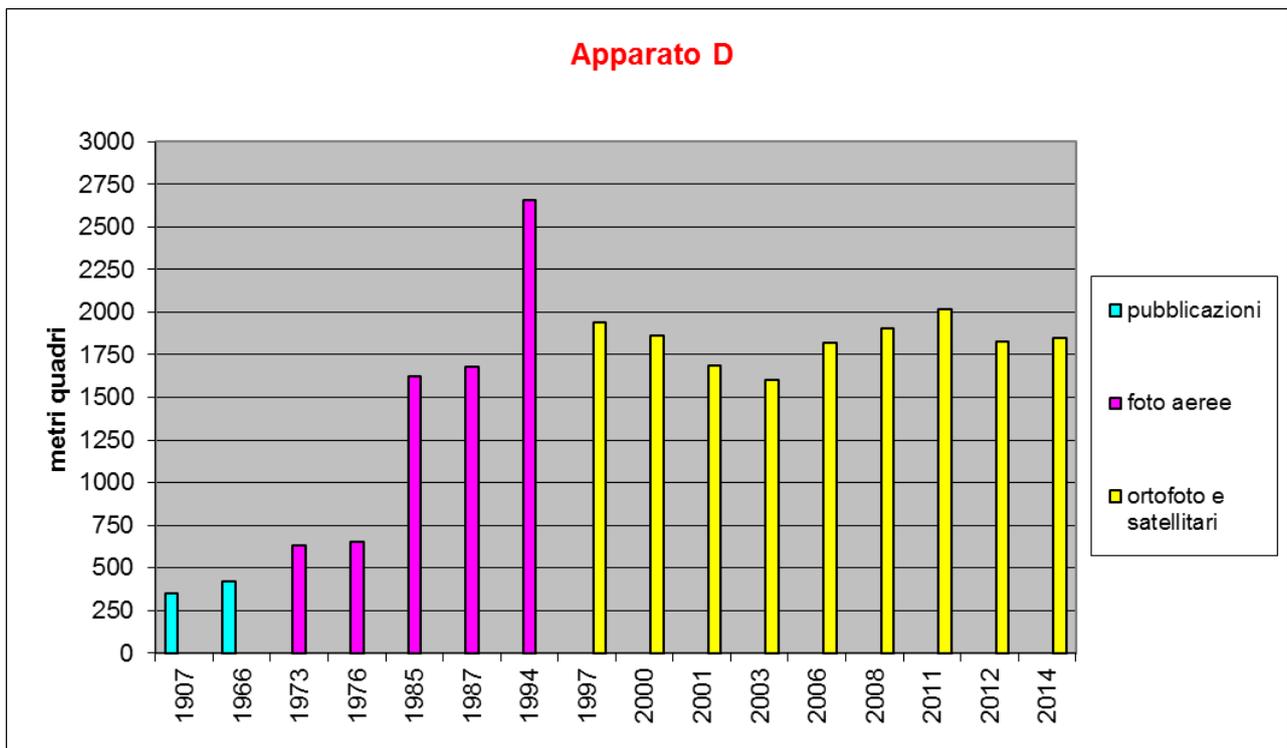


Figura 13– Evoluzione della superficie dei depositi attivi dell'apparato D, detta anche “La Giunta”.

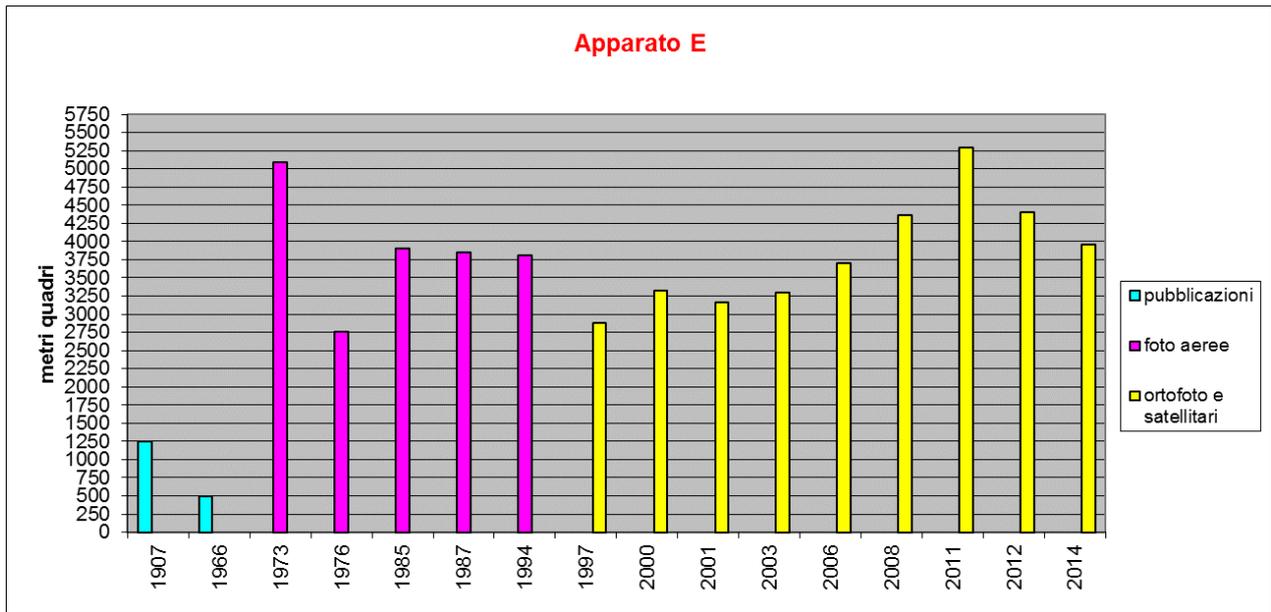


Figura 14 – Evoluzione della superficie dei depositi attivi dell'apparato E, detta anche “Egidio”.

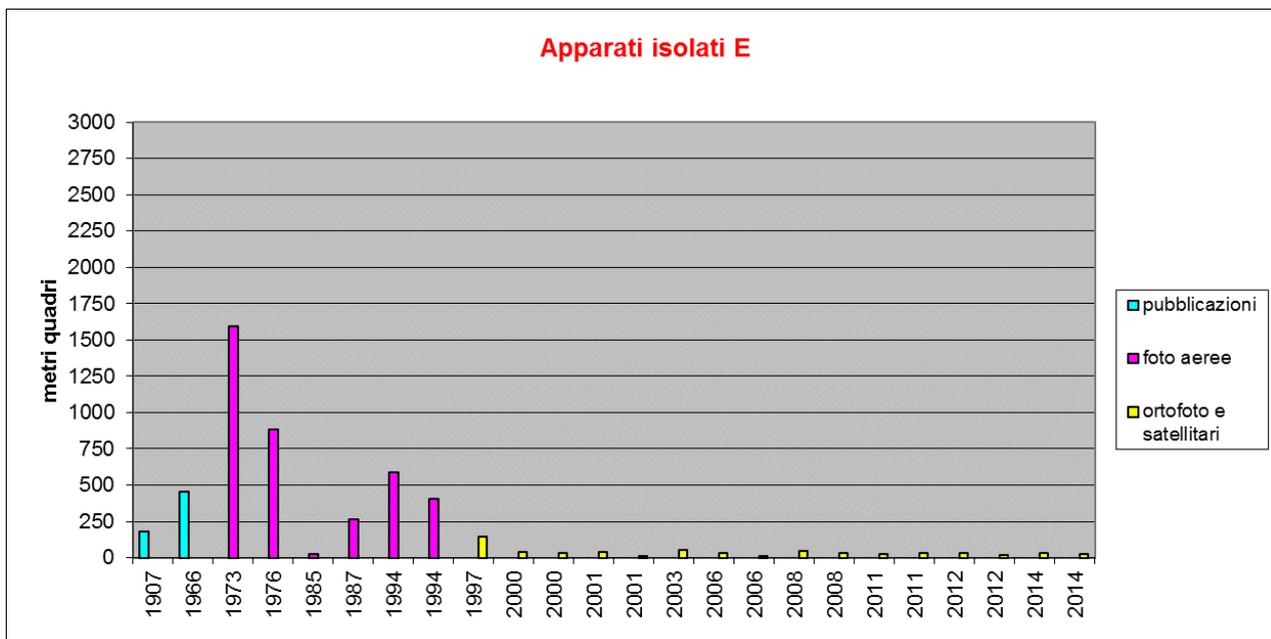


Figura 15 – Evoluzione della superficie dei depositi attivi degli apparati “isolati” E, riferiti alle bocche lutivome situate immediatamente ad est dell'apparato E. I depositi singolarmente cartografabili sono due, da cui la ripetizione degli anni in ascissa.

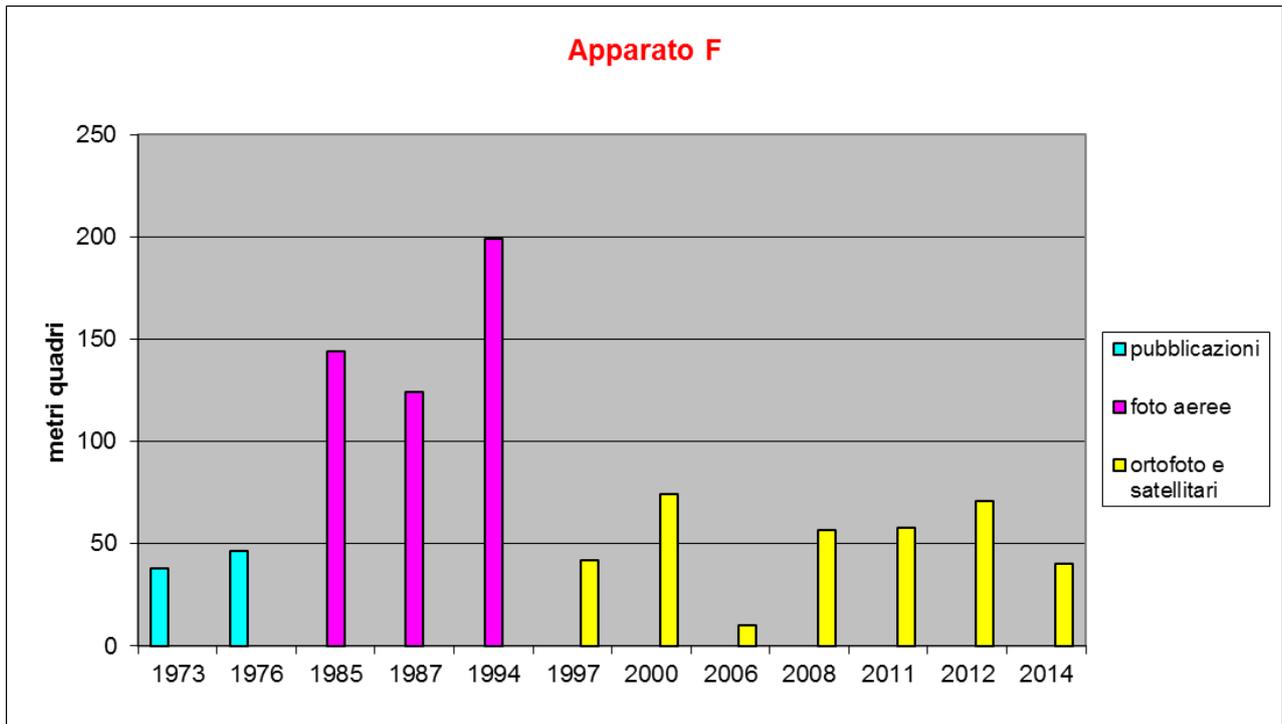


Figura 16 - Evoluzione della superficie dei depositi attivi dell'apparato F.

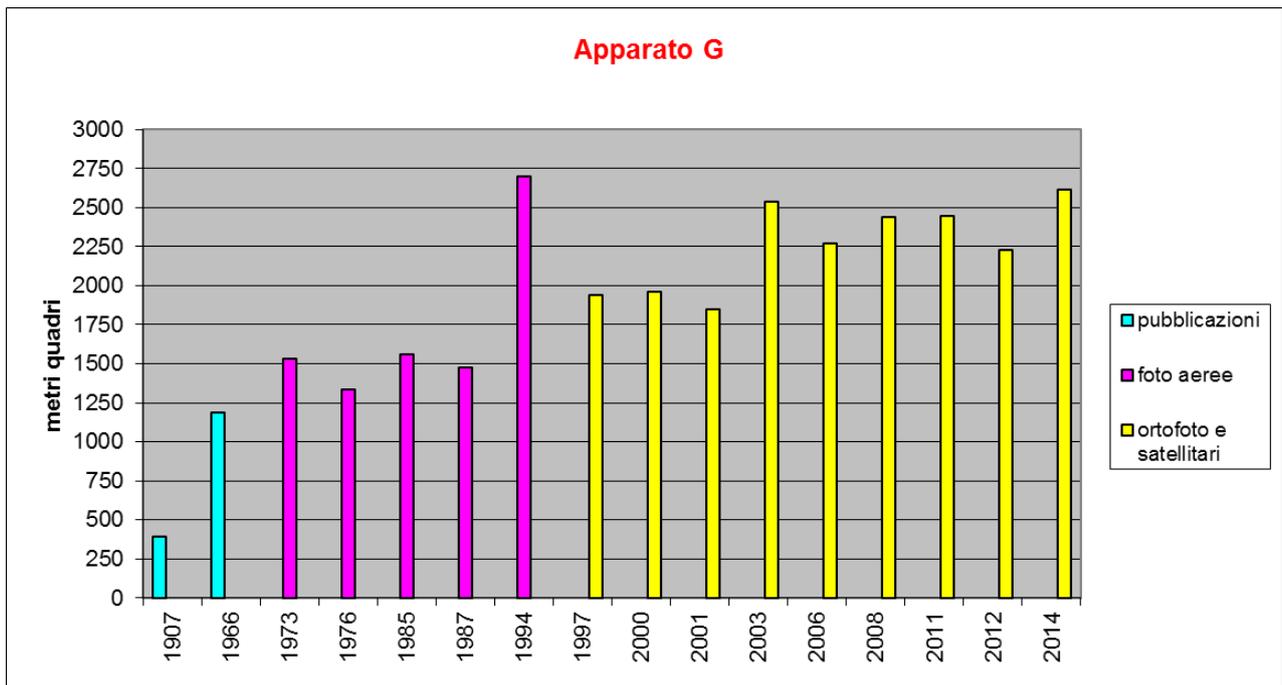


Figura 17 - Evoluzione della superficie dei depositi attivi dell'apparato G, detta anche "Fernando".

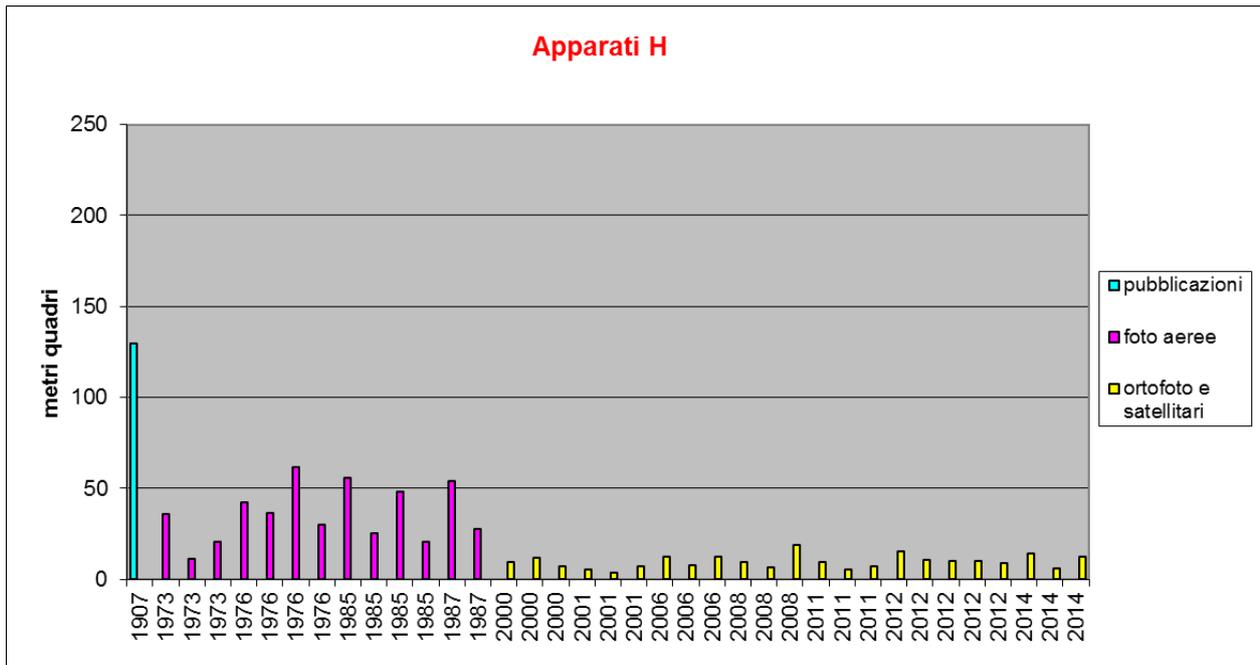


Figura 18- Evoluzione della superficie dei depositi attivi degli apparati “isolati” H, i depositi singolarmente cartografabili sono tre, da cui la ripetizione degli anni in ascissa. Sono detti anche “Polle Alte”.

Nei grafici non sono state rappresentate le salse indicate con C in figura, recentemente manifestatesi (ottobre 2012, vedi oltre) e non documentate nelle fonti consultate. La correlazione con gli eventi sismici del di quell’anno è suggestiva, ma non è sostenuta da altre osservazioni.

Dal confronto tra i grafici si osserva che le variazioni della superficie dei depositi attivi (generalmente, in aumento), sono più marcate fino al 1985, anno della prima ripresa effettuata dopo l’istituzione della Riserva Naturale. Per tutti gli apparati, le foto aeree del 1994 sono scarsamente affidabili, a causa della bassa qualità dovuta dalla ridotta scala degli originali (1:70.000). Non possono quindi essere considerate un dato affidabile, ma sono state rappresentate per completezza.

Dalle sole riprese satellitari (giallo, negli istogrammi), si vede che, negli ultimi 17 anni, le dimensioni dei depositi attivi sono variate in modo contenuto per gli apparati maggiori A, B, D, e G. I depositi attivi di maggiori dimensioni e con punte di accrescimento sono quelli dell’apparato E centrale.

Per alcuni apparati puntiformi (gli “isolati” E, F, H) i depositi attivi non sono sempre di dimensioni tali da essere cartografabili alla scala dell’analisi 1:2100. Nei relativi grafici possono quindi mancare alcune annate nelle fonti documentali consultate. La salsa F è quella più variabile in dimensione, trattandosi di una polla.

Sempre considerando le sole riprese satellitari, nel grafico in figura 19 sono rappresentate le variazioni tra minimo, massimo e media dei valori delle superfici dei principali apparati (con l’eccezione di quelli con bocche lutivome isolate), riferiti al periodo 1997-2014.

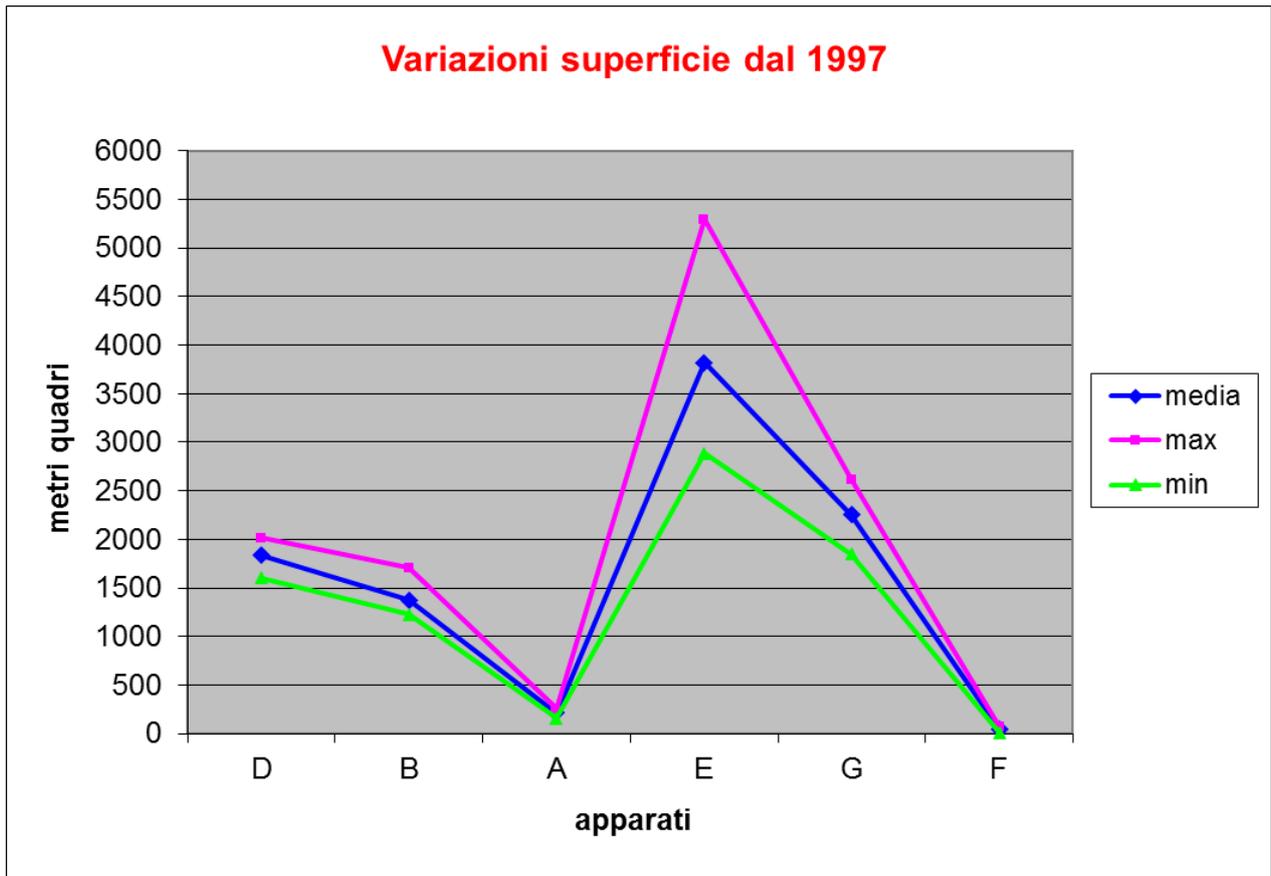


Figura 19 – Variazioni della superficie dei depositi attivi, nelle riprese satellitari dal 1997: confronto tra i valori minimo, massimo e medio, per ciascun apparato principale

Dal confronto tra le figure da 11 a 18 e dal grafico di figura 19, emerge che:

- negli ultimi 17 anni l'apparato E centrale è quello che ha subito le maggiori variazioni nella superficie dei depositi, di conseguenza uno dei più attivi, seguito dai B, D e G. Gli apparati A e F hanno registrato le minori variazioni.
- gli apparati E e G, sono corredati da gruppi di punti di emissione isolati, i cui depositi attivi si sono ridotti nel tempo. Negli ultimi trent'anni, nei settori occidentale e centrale dell'area delle salse, la risalita di fluidi si è piuttosto manifestata attraverso gli apparati E ed G, per i quali è ipotizzabile una connessione diretta e più efficiente con il *reservoir* di fluidi in profondità, rispetto ai punti isolati limitrofi.

3.3 I PUNTI DI EMISSIONE

Sempre avvalendosi delle fonti indicate nelle tabelle 1, 2 e 3, è stato possibile cartografare i punti di emissione per i diversi apparati; il risultato è schematizzato in Figura 20, dove in rosso sono rappresentate le bocche lutivome rilevate in campagna nel periodo 2015-2016, in blu i punti censiti con l'anno della fonte (cartografie, foto aeree e riprese satellitari) che li documenta.

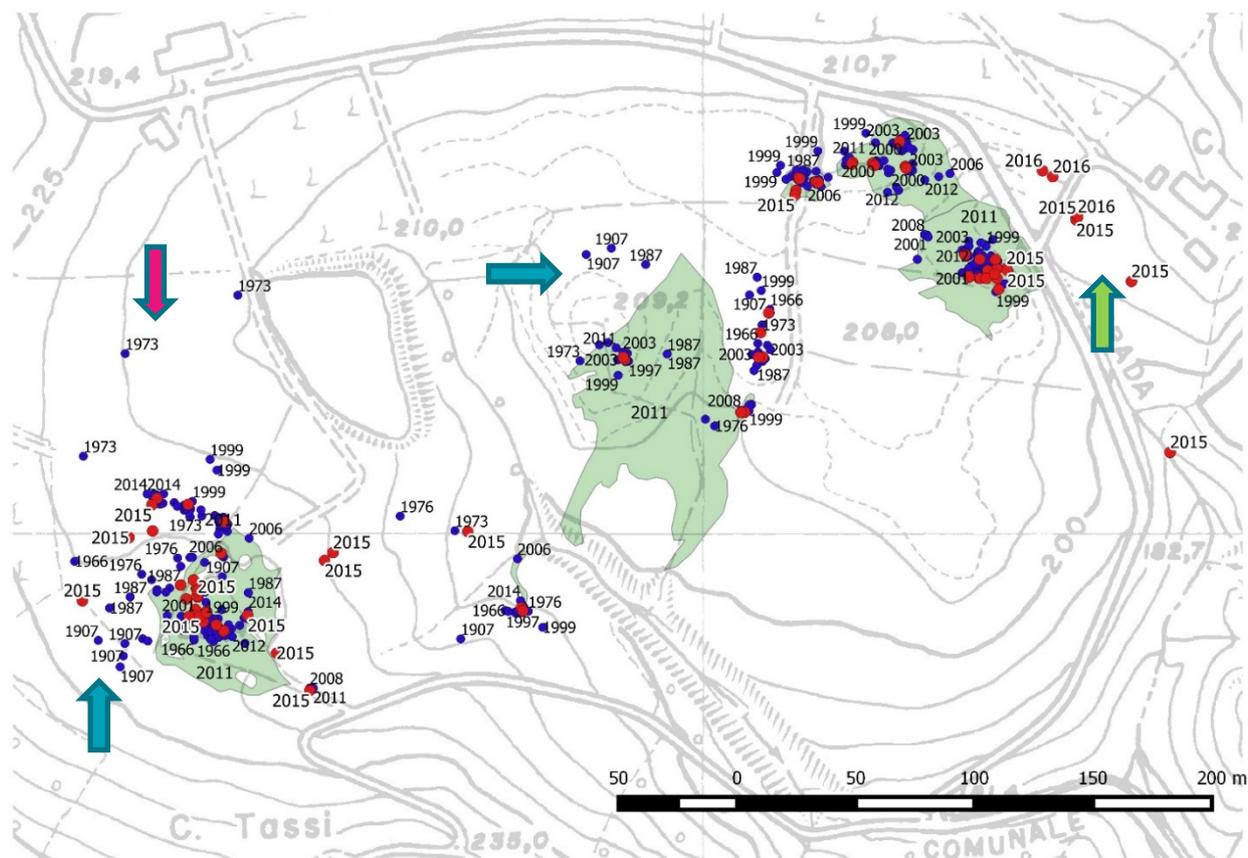


Figura 20 – Punti di emissione rilevati in campagna per lo studio del 2015-2016, in rosso. In blu, i punti storicamente censiti, attraverso cartografie e immagini telerilevate, dal 1907 al 2014.

La maggior parte delle segnalazioni si concentra entro i poligoni verdi riconducibili agli apparati attuali. Fanno eccezione le segnalazioni del:

- 1907, ad ovest dell'apparato G e a Nord di quello E (freccie blu), che potrebbero contenere qualche errore di posizionamento, dovuto alla difficoltà di georeferenziazione della cartografia originale;
- 1973, a Nord dell'apparato E (freccia rossa), tutte documentate da foto aeree;
- tutte le bocche lutivome presso Ca' Rossa (freccia verde). Queste hanno la particolarità di essere tra le più recenti e le uniche ad interessare un settore “intatto”, privo di segnalazioni storiche, tra quelle considerate in questo studio.

Se è vero che le bocche lutivome possono avere carattere temporaneo (e sono quindi variabili come posizione ed attività nel tempo), è anche vero che queste acquistano un significato diverso quando descrivano dei raggruppamenti stabili nel corso del tempo, come emerge dalla figura 20.

Nel caso delle Salse di Nirano, i gruppi di punti di emissione si dispongono secondo un allineamento, che è stato studiato, prima con un metodo “deterministico” e poi con criterio geologico, in Castaldini *et alii* (2017), a cui si rimanda.

Il risultato è descritto in figura 21, tratta dalla pubblicazione, in cui sono rappresentati gli allineamenti deducibili dallo studio della distribuzione dei punti di emissione delle Salse di Nirano,

sia considerati nel loro insieme che posti in relazione con la geologia locale. Gli allineamenti sono riconducibili a faglie o fratture non affioranti, sepolti dai depositi delle colate di fango.

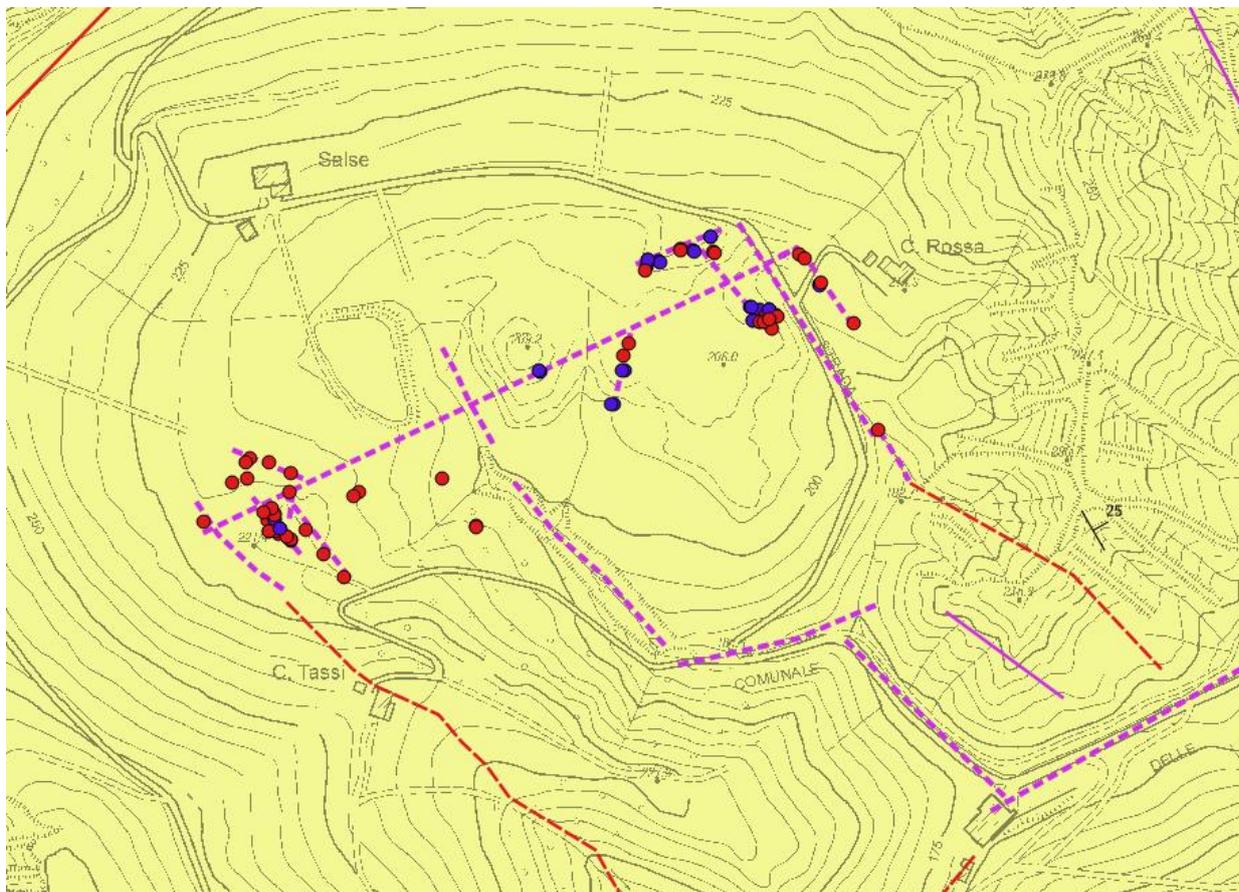


Figura 21 – Allineamenti preferenziali (tratteggio fucsia) delle bocche lutivome, (punti rossi e blu, rispettivamente polle e coni principali alla data del rilevamento), interpretabili come riconducibili a faglie/fratture ad alto angolo. L'allineamento principale SW-NE è ricondotto per semplicità ad una singola struttura. In tutti i casi si tratta di strutture non affioranti, in quanto sepolte dai depositi delle salse, qui non cartografati. In tratteggio rosso, le faglie incerte, dedotte da fotointerpretazione. (da Castaldini *et alii*, 2017).

L'allineamento principale delle bocche lutivome, nel complesso dei vari apparati, è approssimabile ad una retta con azimuth di 64° , espressione di una serie di faglie/fratture allineate e con tale orientazione.

Tale geometria si riscontra in analoghe strutture con orientamento antiappenninico, rappresentate nel Foglio 219 Sassuolo (Gasperi *et alii.*, 2005). e interpretabili, in base alla sola cartografia, come trascorrenti sinistre, considerando il rigetto del limite stratigrafico basale della Formazione delle Argille Azzurre.

Considerando invece gli allineamenti descritti dalle bocche lutivome entro ciascun apparato, si osserva come abbiano orientamento prevalentemente appenninico. La localizzazione dei punti di risalita può essere quindi riconducibile all'intersezione tra questi sistemi di faglie/fratture ad alto angolo ed il sistema che governa il principale allineamento degli apparati, in modo da creare condizioni favorevoli alla locale risalita dei fluidi.

Bibliografia

Bonaposta D., De Nardo M.T., 2017 – Attivazioni storicamente documentate delle salse del margine appenninico modenese e reggiano . In: Dorian Castaldini D., Conventi M.,

Coratza P. e Tosatti G., a cura di. (2017) *Studi interdisciplinari in Scienze della Terra per la fruizione in sicurezza della Riserva Naturale delle Salse di Nirano*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena. Supplemento vol.148.

Castaldini D., Coratza P., De Nardo M.T., 2017 – *Geologia e Geomorfologia delle Salse di Nirano*. In: In: Dorian Castaldini D., Conventi M., Coratza P. e Tosatti G., a cura di. (2017) *Studi interdisciplinari in Scienze della Terra per la fruizione in sicurezza della Riserva Naturale delle Salse di Nirano*. Atti Soc. Nat. Mat. Modena. Supplemento vol.148.

Gasperi G., Bettelli G., Panini F., Pizziolo M., Bonazzi U., Fioroni C., Fregni P., Vaiani S.C., 2005 – *Note Illustrative e Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000, Foglio n. 219 Sassuolo*. SELCA, Firenze.

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 (FI), 128 pp.

Mucchi A.M., 1966 – *Il fenomeno delle salse e le manifestazioni del Modenese*. Atti Soc. Nat. Mat. di Modena, **97**, pp. 1-31.

Stöhr E., 1867 – *Schiarimenti intorno alla carta delle salse e delle località oleifere di Montegibio*. Annuario Soc. Nat. in Modena, **2**, pp. 169-178.