

Le Biancane di Monterotondo Marittimo

A) DESCRIZIONE NATURALISTICA, PAESAGGISTICA E GEOLOGICA DEL GEOSITO

A1 COME ARRIVARCI

Da Grosseto:

Si prende la nuova Aurelia a scorrimento veloce in direzione Livorno fino all'uscita di Follonica est, da dove si prosegue seguendo le indicazioni prima per Massa Marittima, poi per Monterotondo Marittimo. Superato il paese, percorsi circa 300 metri oltre, la piazza centrale si svolta a destra imboccando una strada secondaria che conduce alla vicina centrale geotermica dell'ENEL e alla Valle del Diavolo (Fig.1).

Da Siena:

Dall'uscita della tangenziale di Siena ovest si seguono le indicazioni per Massa Marittima. Percorsi circa 25 km si giunge in località Pian di Feccia, dove si lascia la strada principale e si volta a destra seguendo le indicazioni per Chiusdino, Montieri. Superato il paese di Montieri si prosegue per circa 10 km lungo la strada principale fino a raggiungere un bivio collocato circa a metà strada tra Monterotondo Marittimo e Massa Marittima. Svoltando a destra si raggiunge Monterotondo Marittimo dopo circa 15 km, poi si prosegue come per chi viene da Grosseto.



Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

A2 DESCRIZIONE DEL GEOSITO

A2' Inquadramento geologico

La storia geologica recente della Toscana meridionale e di gran parte del settore centro occidentale dell'Italia centrale, è caratterizzata da un diffuso magmatismo e dai fenomeni naturali a carattere geologico ad esso associati. Uno dei più evidenti fenomeni di questo genere è la presenza di aree di anomalia geotermica. Le situazioni geotermiche ad elevata entalpia della Toscana meridionale sono determinate da anomalie a carattere locale (strutture vulcaniche, stoc intrusive recenti).

Una valutazione indicativa dell'anomalo stato termico del sottosuolo è suggerita dalle numerose sorgenti di acque termominerali diffuse nelle aree circostanti (es. Bagnolo, Bagni di Gavorrano, Calidario). Tuttavia il segno più convincente dell'elevato stato termico del sottosuolo è proprio il geosito della valle del Diavolo, dove le stesse rocce affioranti localmente raggiungono temperature oltre i 60° e sono avvolte in nubi di vapore alimentate da costanti emissioni gassose (Fig. 2).

A2'' Il geosito

Il geosito si trova circa un chilometro a nord-ovest del paese di Monterotondo Marittimo, e rappresenta un'area impervia, dall'aspetto lunare (Fig. 3,5), priva di vegetazione ed avvolta in frequenti nubi di vapore (Fig. 1,2). Il geosito de "Le Biancane" si estende nel suo complesso su una superficie di circa 0.8 km² con un orientamento preferenziale SW-NE, che riprende la direzione del principale sistema locale di faglie.

Le emissioni gassose localmente possono essere considerate puntiformi, ma in genere si riconoscono delle aree allungate preferenzialmente in direzione SW-NE, dove il fenomeno è distribuito in maniera uniforme. Il vapore geotermico arriva in superficie naturalmente, senza la presenza di pozzi di perforazione. Il vapore in uscita ha una temperatura che supera i 100°C, ed è costituito per il 95% da vapore acqueo e per il restante 5% da anidride carbonica, acido solfidrico, acido borico, metano, ammoniaca, azoto, idrogeno ed in minor misura elio, argon, radon.

Le emanazioni gassose per la loro natura acida dovuta principalmente alla presenza di acido solfidrico, hanno determinato nel tempo una profonda trasformazione delle rocce attraversate dai fluidi endogeni. Le litologie coinvolte principalmente in questo processo sono le selci a radiolari della formazione dei Diaspri e le arenarie quarzoso-feldspatico-micacee della formazione del Macigno. L'azione dei fluidi endogeni ha prodotto essenzialmente una caolinizzazione delle rocce con associata formazione di gesso, alunite e più raramente melanterite. Questo processo di alterazione ha portato ad un generale e caratteristico sbiancamento delle rocce coinvolte con presenza di zone arrossate dove la presenza di ossidrossidi di ferro è significativa. In corrispondenza dei punti di fuoriuscita delle emanazioni gassose si ha di frequente la formazione di zolfo nativo sotto forma di aggregati aciculari o di incrostazioni massive, insieme a gesso e ad una ampia gamma di solfati e borati, tra cui la ginorite, un raro borato di calcio idrato.

La parte alta del geosito si trova in prossimità di una centrale geotermica costruita marginalmente alla Valle del Diavolo (fig. 2), mentre la parte bassa del geosito è attraversata da opere e tubature necessarie all'esercizio della centrale. Lungo il percorso che collega le aree a valle e a monte del geosito è presente una pozza termale naturale chiamata "*Lagone naturale*". Si tratta di una peculiare manifestazione geotermica rappresentata da una pozza di fango, simile ad un piccolo cratere del diametro di circa 3 m, alimentata da acque termali. Queste acque sono portate ad ebollizione dalle emissioni gassose che fuoriescono dal fondo del lagone, raggiungendo temperature comprese tra 100 e 150°C (Fig. 4). In particolari condizioni all'interno del lagone si possono avere dei getti di acqua e vapore tipo geysir. Nelle vicinanze del "*lagone naturale*" vi è una sorgente termale, Fonte

Chiorba, da cui sgorgano acque con chimismo bicarbonato-magnesiaco, le cui temperature si collocano in genere intorno ai 50-60°C.



Fig. 4



Fig. 5

Tipi di rocce che costituiscono il geosito

Il geosito è costituito principalmente da corpi rocciosi riconducibili alle formazioni giurassiche della Falda Toscana. La distinzione delle diverse formazioni costituenti il geosito è piuttosto complessa in quanto gli evidenti fenomeni idrotermali hanno alterato fortemente le caratteristiche originarie di queste rocce, e hanno prodotto specie mineralogiche di neoformazione. Tuttavia le rocce affioranti maggiormente coinvolte dai fenomeni di alterazione idrotermale appartengono alle formazioni dei Diaspri (Fig. 5).

Il geosito è confinato verso nord-ovest dalle formazioni della Scaglia e del Macigno che costituiscono la parte stratigraficamente superiore della Successione Toscana. Il contatto che separa le formazioni terziarie e le rocce appartenenti al nucleo mesozoico di Falda Toscana, intensamente sottoposte a fenomeni di idrotermalismo, è un contatto di natura tettonica.

A3 COSA RACCONTA IL GEOSITO

A3'Contenuti scientifici

Com'è ben noto, la Toscana meridionale rappresenta una delle più importanti aree geotermiche del mondo. Ciò è dovuto alla concomitante presenza di condizioni molto favorevoli per l'esistenza di serbatoi potenzialmente sfruttabili, quali:

- un elevato flusso di calore, che si traduce in un anomalo stato termico del sottosuolo;
- ammassi rocciosi dotati di buona o elevata permeabilità (serbatoi), ubicati a convenienti profondità e sottostanti ad una o più formazioni impermeabili (coperture);
- un adeguato approvvigionamento idrico proveniente dalla superficie (le acque di origine meteorica rappresentano qui, infatti, almeno la porzione preponderante nell'alimentazione dei serbatoi geotermici).

Il sistema geotermico della Valle del Diavolo produce fluidi geotermici contenuti principalmente nelle formazioni evaporitico-carbonatico-silicee del Mesozoico della Successione Toscana, caratterizzate da una elevata permeabilità secondaria e ricoperte da formazioni impermeabili terziarie.

A3''Contenuti divulgativo-didattici

Cos'è il gradiente geotermico?

Con il termine gradiente geotermico si intende l'aumento di temperatura che si rileva procedendo dalla superficie verso l'interno della crosta terrestre; il relativo valore medio, nella parte più estesa, è di circa $3^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. Il quantitativo unitario medio del calore interno della Terra, che raggiunge la superficie, è caratterizzato da valori molto bassi ed ampiamente inferiori a quelli della radiazione solare incidente; esso non è, però, uniforme su tutta la superficie terrestre visto il suo sensibile scostamento dalla media lungo alcune fasce geografiche, generalmente interessate da particolare mobilità della crosta, nelle quali anche il gradiente si discosta notevolmente dai valori medi.

Sono queste le cosiddette aree di anomalia geotermica, le quali possono variamente classificarsi in base alle loro manifestazioni regionali o locali, alla loro distribuzione lungo fasce o su aree limitate e circoscritte. Le situazioni geotermiche ad elevata entalpia della Toscana meridionale sono determinate da anomalie a carattere locale (strutture vulcaniche, stok intrusivi recenti).

E' da sottolineare che in geotermia si usa correntemente, al posto di temperatura, il termine entalpia; essa è definita come la quantità di calore assorbita o ceduta da un sistema nel caso di una sua trasformazione isobara, cioè a pressione costante.

Attraverso pozzi di piccole dimensioni, riempiti d'acqua e isolati dalla circolazione idrica, può essere eseguita un'accurata misura del gradiente geotermico e della conducibilità termica delle rocce perforate, così da moltiplicare queste due grandezze ed ottenere il flusso di calore trasmesso dalla terra. Attraverso questa relazione si ottiene alla superficie terrestre un flusso di calore medio pari a circa 60 mW/mq. Nella zona di Larderello e del Monte Amiata esso supera i 300 mW/mq (Monelli, 1981)

La tecnologia del settore geotermico

La tecnologia del settore geotermico è all'avanguardia in Toscana meridionale ed è stata perfezionata in oltre 150 anni di lavoro e ricerca. Nella vicina zona di Larderello, già a metà dell'ottocento i fluidi naturali erano utilizzati per scaldare ambienti e vent'anni dopo per la prima volta si impiegava vapore geotermico per produrre energia meccanica. Agli inizi del novecento fu prodotta energia elettrica da vapore geotermico e un decennio dopo entrò in servizio la prima turbina. Dopo una stagione pionieristica aveva inizio nella Zona Boracifera una consistente produzione industriale di energia elettrica utilizzando la risorsa geotermica.

All'inizio degli anni sessanta, Dopo una serie di studi e di promettenti ricerche all'esterno dell'area geotermica tradizionale, iniziarono le perforazioni nell'area del Monte Amiata.

A metà degli anni novanta, a circa un secolo dalla messa in opera della prima turbina, le centrali in esercizio nella Zona Boracifera e sul Monte Amiata erano divenute 26, con 44 gruppi e 624 Mw installati.

B) DESCRIZIONE DEL RISCHIO DI DEGRADO;

Come in tutti i posti frequentati dai turisti il rischio è commisurato al livello di civiltà degli utilizzatori.

C) DESCRIZIONE DEL GRADO DI INTERESSE;

D) RIFERIMENTI DOCUMENTALI BIBLIOGRAFICI;

AA.VV. 1971. Giacimenti minerari. In: La Toscana Meridionale. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, vol. spec. 27: 357-544.

AA.VV. 1991. Inventario del Patrimonio Minerario e Mineralogico in Toscana. Aspetti naturalistici e storico-archeologici. Regione Toscana, Giunta Regionale, Dipartimento Ambiente.

AA.VV. 1995. Colline Metallifere - Inventario del patrimonio Minerario e Mineralogico. Aspetti naturalistici e storico-archeologici. Regione Toscana, Giunta Regionale, Dipartimento Ambiente.

Baldi P., Bellani S., Ceccarelli A., Fiordelisi A., Squarci P., Taffi L. 1995. Geothermal anomalies and structural features of Southern Tuscany (Italy). In: Proceedings of the World Geothermal Congress, 18-31 May 1995, Florence, Italy, 1287-1291.

Barberi F., Innocenti F., Ricci C.A. 1971. Il magmatismo. In: La Toscana Meridionale. Rendiconti della Società Italiana di Mineralogia e Petrologia, vol. spec. 27: 169-210.

Bechi E. 1853. Sui borati che naturalmente si incontrano nei soffioni della Toscana. Atti dell'Accademia dei Georgofili, Firenze, I, 120 pp.

- Bechi E., 1878. Teorica dei soffioni boraciferi della Toscana. Atti R. Acc. Lincei, serie III, 2: 514-521.
- Bencini A., Duchi V., Martini M. (1977). Geochemistry of thermal springs of Tuscany (Italy). *Chemical Geology*, 19: 229–252.
- Burgassi R., Burgassi P.D. 1981. I soffioni boraciferi della Toscana e le originali industrie a cui hanno dato luogo. *Industria Mineraria*, 2: 13-23.
- Mongelli F., Zito G. 1991. Flusso di calore nella regione Toscana. *Studi Geologici Camerti*, vol. spec. 1991/1: 91-98.
- Mongelli F., Puxeddu M., Squarci P., Talli L., Zito G. 1991. Il flusso di calore e l'anomalia geotermica dell'area tosco-laziale: implicazioni profonde. *Studi Geologici Camerti*, vol. spec. 1991/1: 399-402.
- Nasini R. 1930. I soffioni ed i lagoni della Toscana e l'industria boracifera. Tip. Ed. Italia, Roma, 685 pp.

E) INDIRIZZI PER LA TUTELA E LA VALORIZZAZIONE

In generale si potranno applicare le norme generali di cui all'art.10, comma 13 "Acqua e suolo", come integrata dalla scheda n.5, del Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Grosseto. Nello specifico si ritiene necessario promuovere iniziative per la conservazione attiva del sito come indicate nel punto M1 della scheda ISPRA e/o nel paragrafo B) "descrizione del rischio di degrado" della scheda word associata.

F) EVENTUALI COMMENTI E ANNOTAZIONI AGGIUNTIVE.