



ANAS S.p.a.

STRUTTURA TERRITORIALE MARCHE

Provincia di ASCOLI PICENO

S.S. n. 4 "Via Salaria"
PIANO DI POTENZIAMENTO E RIQUALIFICAZIONE

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO E MIGLIORAMENTO TECNICO-FUNZIONALE
DELLA SEZIONE STRADALE IN TRATTI SALTUARI DAL KM 155+750 AL KM 159+000

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTISTA

Ing. Patrizia Pagone

PROGETTAZIONE STRADALE



Via Isonzo 104
60124 Ancona

GEOLOGO

Geol. Francesco Mataloni

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. Marco Mancina

PROGETTO

DATA Luglio 2020

**RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA
E IDROGEOLOGICA**

CODICE PROGETTO				NOME FILE			REVISIONE	SCALA
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.		CODICE ELAB.				
A C M S A N 5 4 4	D	2	0	0	1	T 0 0 G E 0 0 G E O R E 0 1	A	
D								
C								
B								
A	EMISSIONE			Luglio 2020		Ing.	Ing.	Ing.
REV.	DESCRIZIONE			DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	

INDICE:

1. INTRODUZIONE	2
2. ANALISI EVOLUTIVA ED INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE DELL'APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO	1
EVOLUZIONE TETTONICA	1
EVOLUZIONE STRUTTURALE NEOGENICO-QUATERNARIA	2
CONSIDERAZIONI GEODINAMICHE	7
3. QUADRO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO-PETROGRAFICO	10
SCAGLIA CINEREA	10
BISCIARO	10
SUCCESIONI TORBIDITICHE	15
CARATTERI PETROGRAFICI DELLE ARENARIE TORBIDITICHE MIOCENICHE	19
DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI	21
GENESI E RAPPORTI STRATIGRAFICI DEI TRAVERTINI DI ACQUASANTA TERME	22
ANALISI GEOLOGICO-STRUTTURALE LUNGO IL TRACCIATO IN PROGETTO	30
4. GEOMORFOLOGIA	33
5. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA	36
CARATTERI IDROGEOLOGICI GENERALI	36
COMPLESSO TERMALE DI ACQUASANTA	37
CIRCOLAZIONE NEL COMPLESSO DELLE ARENARIE DELLA LAGA	38
CARATTERI IDROMETRICI E CHIMICO-FISICI DEL DEFLUSSO SORGIVO SUPERFICIALE	40
CHIMISMO DELLE ACQUE PROFONDE E CARATTERI MICROBIOLOGICI	45
GEOCHIMICA DELLE ACQUE RINVENUTE NEL SONDAGGIO S4 E LOGS TERMO-CONDUTTIVIMETRICI	56
6. POSSIBILITÀ DI EMISSIONI GASOSE	58

1. INTRODUZIONE

Nello svolgimento dello studio geologico di dettaglio sono stati valutati i seguenti aspetti:

- 1) Acquisizione di dati bibliografici e provenienti da studi già effettuati nell'area in oggetto, compresa tutta la documentazione allegata al progetto preliminare relativa alle indagini geognostiche realizzate;
- 2) Screening aerofotogrammetrico di fotogrammi provenienti da voli 1:10.000 della Regione Marche;
- 3) Rilevamento geologico-geomorfologico di dettaglio in situ in scala 1:2.000;
- 4) Redazione della carta geologico-geomorfologica scala 1:2.000;
- 5) Analisi evolutiva ed inquadramento geologico-strutturale dell'Appennino Umbro-Marchigiano;
- 6) Caratterizzazione geologico-sedimentologico-petrografica delle formazioni rinvenute durante il rilevamento di dettaglio;
- 7) Analisi geomorfologica;
- 8) Studio idrogeologico generale;
- 9) Redazione di una carta idrogeologica delle permeabilità scala 1:5.000;
- 10) Redazione della sezione geologica di dettaglio 1:2.000 e 1:500 in corrispondenza degli imbocchi delle gallerie e delle opere d'arte maggiori;

Più in particolare, l'area in studio è situata nel Comune di Acquasanta Terme interessando una fascia di territorio di circa 12 Km², ubicata assialmente rispetto al Fiume Tronto. Più in particolare essa è individuabile al Foglio 338 "Acquasanta Terme" della Carta Topografica d'Italia I.G.M. Serie 25 – Edizione 1 – Sezione IV, nonché sulla cartografia 1:10.000 C.T.R. Carta Tecnica Regionale della Regione Marche al Foglio 338010.

Allo scopo di definire nel dettaglio le peculiarità dei siti sui quali il tracciato dell'opera in questione andrà ad insistere, si è partiti da un'analisi generale. Saranno pertanto analizzati gli ambienti geologici, geomorfologici ed idrogeologici in relazione agli aspetti e forme che risulteranno influenti sulle scelte progettuali.

In allegato alla presente sono riportate la documentazione fotografica, le schede delle serie stratigrafiche realizzate, i dati relativi alle analisi chimiche e fisiche della acque relative al sondaggio n°1 già realizzato in località S.Vito di Acquasanta Terme. Gli ulteriori dati dell'indagine geognostica sono contenuti nell'elaborato 5.2 del progetto.

Inoltre si precisa che le fonti bibliografiche considerate nel presente lavoro sono le seguenti:

- "Guide Geologiche Regionali" a cura della Società Geologica Italiana-Dipartimento Scienze della Terra Università di Perugia – 1994;

- "Studi Geologici Camerti Volume Speciale : La Geologia delle Marche" – Dipartimento Scienze della Terra Università di Camerino - 1986;

- "I travertini di Acquasanta Terme" – Provincia di Ascoli Piceno - 1966

2. ANALISI EVOLUTIVA ED INQUADRAMENTO GEOLOGICO-STRUTTURALE DELL'APPENNINO UMBRO-MARCHIGIANO

EVOLUZIONE TETTONICA

INTRODUZIONE

L'Appennino umbro-marchigiano costituisce il settore meridionale più esterno dell'arco, a convessità nord-orientale, dell'Appennino settentrionale. Quest'ultimo è un esempio di catena a *thrusts* costruita a partire dall'Oligocene superiore, dopo la chiusura cretaceo-eocenica del bacino ligure-piemontese (ABBATE ed altri 1976; BOCCALETTI, 1977), a spese del paleomargine africano assottigliato dalla distensione giurassica. Essa si realizza per progressiva migrazione verso NE di un complesso sistema catena-avanfossa (Bocetti ed altri, 1986; in stampa), al quale segue, a partire dal Miocene medio (inizio dell'apertura tirrenica) un'onda estensionale. La *Formazione della Laga* (Messiniano-Pliocene inferiore) nel caso in esame rappresenta il riempimento dell'avanfossa suddetta e ne testimonia la migrazione verso l'esterno, sul fronte di settori sempre più giovani della catena. La tettonogenesi della nostra area inizia nel Tortoniano in concomitanza di un importante evento tettonico che ha la massima espressione più ad occidente, dove il dominio toscano si accavalla su quello umbro. La fascia marchigiana interna, ubicata in questo momento sul fronte della catena, non costituisce una vera e propria avanfossa, ma piuttosto una depressione fortemente articolata con sviluppo di piccoli e indipendenti bacini torbidity, organizzati parallelamente alla catena stessa ("bacini minori intrappenninici"). L'avanfossa propriamente detta ricomincia a delinarsi durante il Messiniano (Fig. 1A) migrando nella fascia marchigiana esterna (*Formazione della Laga*) e trova il suo massimo sviluppo nel Pliocene inferiore, quando costituisce un tratto della complessa avanfossa estesa sul fronte di tutta la catena appenninica (Fig. 1B). Verso la fine del Pliocene inferiore l'intera area umbro-marchigiana è trasformata in una *thrust-belt* che completa verso sud e verso l'esterno l'arco dell'Appennino settentrionale (Fig. 1C). In essa il settore più studiato dal punto di vista strutturale è quello montuoso, corrispondente all'Appennino calcareo "umbro-marchigiano-sabino". Il suo tipico andamento rappresenta una locale accentuazione della curvatura nell'ambito della generale forma arcuata.

Tale andamento è descritto dagli assi delle strutture plicative (che hanno direzione N 140° nel settore settentrionale e ruotano verso sud fino a N 180°), ma soprattutto dall'andamento dei *thrusts*, solo in parte paralleli alle strutture plicative stesse (Fig. 2). Esso è stato diversamente interpretato dagli Autori in relazione anche alle diverse e talora contrastanti vedute sul significato strutturale della "linea Ancona-Anzio", interpretata di volta in volta come manifestazione nella copertura di una faglia trascorrente e/o transpressiva profonda, oppure solo come una complessa struttura di accavallamento (MERLA, 1951; SCARSELLA, 1951; DALLAN NARDI ed altri, 1971; CASTELLARIN ed altri, 1978; BOCCALETTI ed altri, 1983; LAVECCHIA, 1985). Durante il Pliocene medio-superiore la distensione, legata all'avanzamento del fronte estensionale tirrenico, comincia ad interessare il settore più interno dell'Appennino umbro-marchigiano, mentre i principali fronti compressivi sono ubicati almeno in parte

nella fascia marchigiana esterna. Nel Pleistocene inferiore-medio l'attività distensiva interessa ormai tutta l'area, con la massima intensità nella fascia appenninica p.d.; i fronti compressivi sono probabilmente ubicati nell'Adriatico.

EVOLUZIONE STRUTTURALE NEOGENICO-QUATERNARIA

ANALISI STRUTTURALE

L'Appennino umbro-marchigiano è un esempio di catena costruita principalmente per *thrust-faults* (a geometria flat-ramp-flat) di un *multilayer* sedimentario a forte contrasto di competenza (Figg. 2-3). Questo comprende, alla base, un potente (circa 800 m) complesso calcareo, massivo (*Calcare massiccio* del Lias inferiore, di ambiente di piattaforma carbonatica), cui segue, per uno spessore di circa 1400 m, una successione pelagica (Lias medio - Miocene inferiore-medio) di calcari, calcari marnosi, calcari selciferi e marne stratificati. Eteropie *di facies*, con sensibili variazioni dello spessore, si rinvencono a livello del Giurassico. Sopra questa successione si hanno i depositi torbiditici silico-clastici (con spessori talora rilevanti: 2000 o 3000 m) via via più recenti verso l'esterno. Tra la copertura e il sottostante basamento cristallino è interposto un livello di evaporiti triassiche (*Anidriti di Burano* rinvenute nei sondaggi dell'AGIP: Pozzi Burano 1 e Fossombrone 1). L'elemento strutturale principale dell'Appennino umbro-marchigiano è rappresentato dai *thrusts* (CALAMITA & DEIANA). Certamente il più noto è quello dei M. Sibillini che, verso sud, si raccorda con il sovrascorrimento della "linea Ancona-Anzio" e prosegue a nord, in gran parte mascherato dai *back-thrusts* (CALAMITA) (Figg. 2, 4 e 5), fino a congiungersi con il fronte del margine appenninico-padano. Esso realizza l'avanscorrimento di una grossa unità tettonica (costituita dall'Appennino calcareo "umbro-marchigiano-sabino") sugli elementi più esterni rappresentati dal "dominio marchigiano-abruzzese" e dalla "Piattaforma laziale-abruzzese". Quest'ultima è a sua volta accavallata sul primo elemento (Figg. 2). La suddetta unità è a sua volta suddivisa in due unità minori da un altro importante *thrust* più interno, ad andamento subparallelo al precedente ("*thrust* della Valnerina"). Esso, verso nord, limita ad oriente il complesso sistema a pieghe (con tipica disposizione *en échelon*) dell'anticlinorio interno e a sud corre, per un tratto, parallelamente alla Valnerina (Fig. 1). I due *thrusts* sono caratterizzati da una complessa geometria e cinematica. Nel loro tratto settentrionale (settore A), a direzione appenninica (N140-N160), il movimento è prevalentemente di *dip-slip*, ma anche inverso-transpressivo destro. Nel tratto compreso tra il M. Vettore e Posta per il *thrust* più esterno e nel tratto tra M. Cavallo e Castelmonte per quello della Valnerina (settore B), i fronti hanno un'apparente direzione N20-N30, la quale è in realtà l'involuppo di contigui segmenti a diversa orientazione: N-S o N10 (inversi-transpressivi) e N40-N80 (trascorrenti e trascorrenti-transpressivi a basso angolo). Più a sud (settore C) i due *thrusts* mostrano andamento circa N-S e movimenti prossimi al *dip-slip* (SALVINI & VITTORINI, 1982). Un altro importante elemento strutturale è dato dalle pieghe di tipo concentrico, in genere parallele all'andamento dei *thrusts*, ma interrotte e riorientate dai segmenti trascorrenti e trascorrenti-transpressivi del settore B. Esse fino ad oggi sono state considerate il principale motivo strutturale, soprattutto per quanto riguarda l'Appennino umbro-marchigiano settentrionale. Nell'ambito delle

due minori unità individuate dal *thrust* più interno si riconoscono numerosi elementi strutturali di significato locale. Nella porzione settentrionale (settore A) questi sono rappresentati da *shear zones* principalmente trascorrenti-transpressive, subordinatamente inverse-transpressive (N 10±10 destre e N 100±10 sinistre). Queste talora caratterizzano importanti faglie passanti a motivi inversi ad andamento appenninico ed a questi ultimi geneticamente connesse (strutture di Genga e M. Rotondo in CALAMITA ed altri). Tali associazioni strutturali (ubicate in corrispondenza di un brusco cambiamento di direzione delle macrostrutture compressive) si caratterizzano per una diminuzione dei rigetti allontanandosi dal punto di sostituzione tra l'elemento trascorrente-transpressivo e quello inverso. Le faglie trascorrenti-transpressive N 10± 10 destre e N 100± 10 sinistre costituiscono spesso la riattivazione di strutture giurassiche. Nella porzione meridionale (settori B e C) gli elementi strutturali minori sono rappresentati da *thrusts* che verso nord passano ad *upthrusts*, talora fino a radicarsi (es. *thrust* di M. Patino, quello di M. Pelosa M Coscerno ed i *thrusts* più interni di Spoleto-Foligno). Degli elementi più esterni, ancora poco conosciuti dal punto di vista strutturale, il “dominio marchigiano-abruzzese” è caratterizzato da strutture compressive (pieghe e *thrusts*) affioranti e sepolte, a curvatura meno accentuata rispetto a quella delle strutture compressive più interne. Esso rappresenta l'unità tettonica inferiore sulla quale è accavallata anche la “Piattaforma carbonatica laziale-abruzzese” lungo un fronte costituito da un segmento N-S e da un segmento E-W. Lungo quest'ultimo la Piattaforma è traslata verso settentrione. Un ulteriore, frequente motivo strutturale, è dato dalle cosiddette “linee trasversali” di direzione N 50-70. L'esistenza di queste linee è evidenziata da importanti elementi sedimentari. Esse infatti costituiscono le vie di trasporto dei materiali torbidity verso l'avanfossa; in quest'ultima, inoltre, individuano aree a diversa evoluzione sedimentaria. Dal punto di vista strutturale si tratta principalmente di elementi mesostrutturali rappresentata da: a) faglie trascorrenti sinistre (anche destre a sud della valle del Chienti) che tagliano le strutture plicative e di taglio inverso; b) faglie inverse; c) *extension joints* a diversa scala e vene di estensione, caratterizzanti il settore centro-settentrionale. Subordinatamente esse corrispondono a faglie normali o transtensive che costituiscono spesso la riattivazione dei suddetti elementi trascorrenti. Inoltre si riconoscono motivi disgiuntivi trascorrenti N 140-150, principalmente a carattere mesostrutturale, destri (ed anche sinistri a sud della valle del Chienti). Un ultimo elemento è dato dalle faglie dirette appenniniche legate alla distensione che, come si è detto, ha interessato, a partire dal Pliocene medio-superiore l'Appennino umbro-marchigiano; queste faglie, assieme a quelle trasversali N 50-70, determinano le note depressioni tettoniche di Norcia, Cascia, Castelluccio, Leonessa, Colfiorito, ecc.

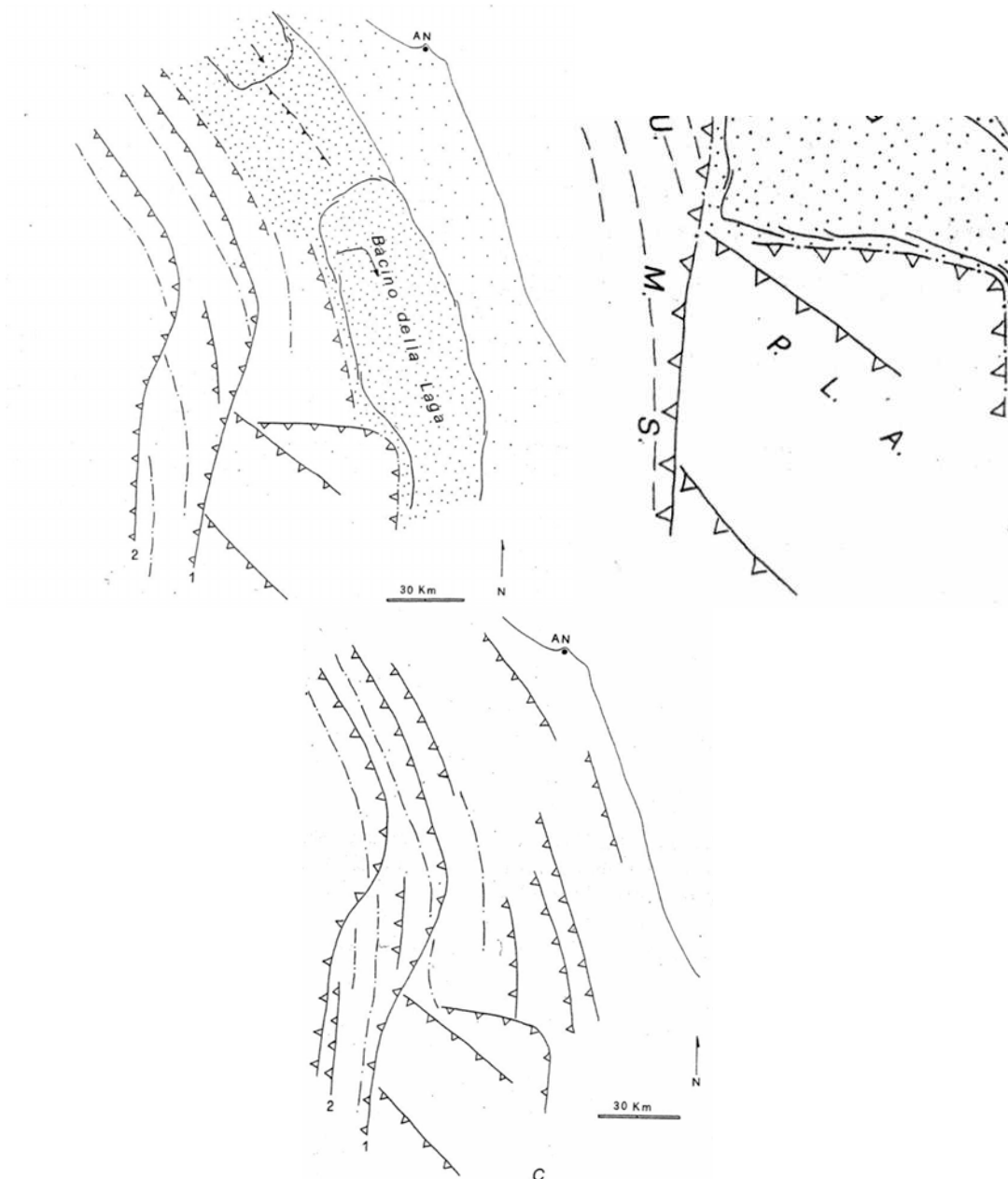


Fig. 1 - Schemi palinspastici dell'Appennino umbro-marchigiano: A Messiniano superiore; B Pliocene inferiore; C fine del Pliocene inferiore. 1 "thrust dei M. Sibillini"; 2 "thrust della Valnerina"; 3 catena; 4 avanfossa; 5 avampaese; 6 *thrusts* frontali; 7 *thrust* embrionale; 8 pieghe; 9 *thrusts*; 10 andamento delle strutture compressive nel Messiniano superiore; 11 paleocorrenti; A.C.U.MS. Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino; P. LA. Piattaforma laziale-abruzzese.

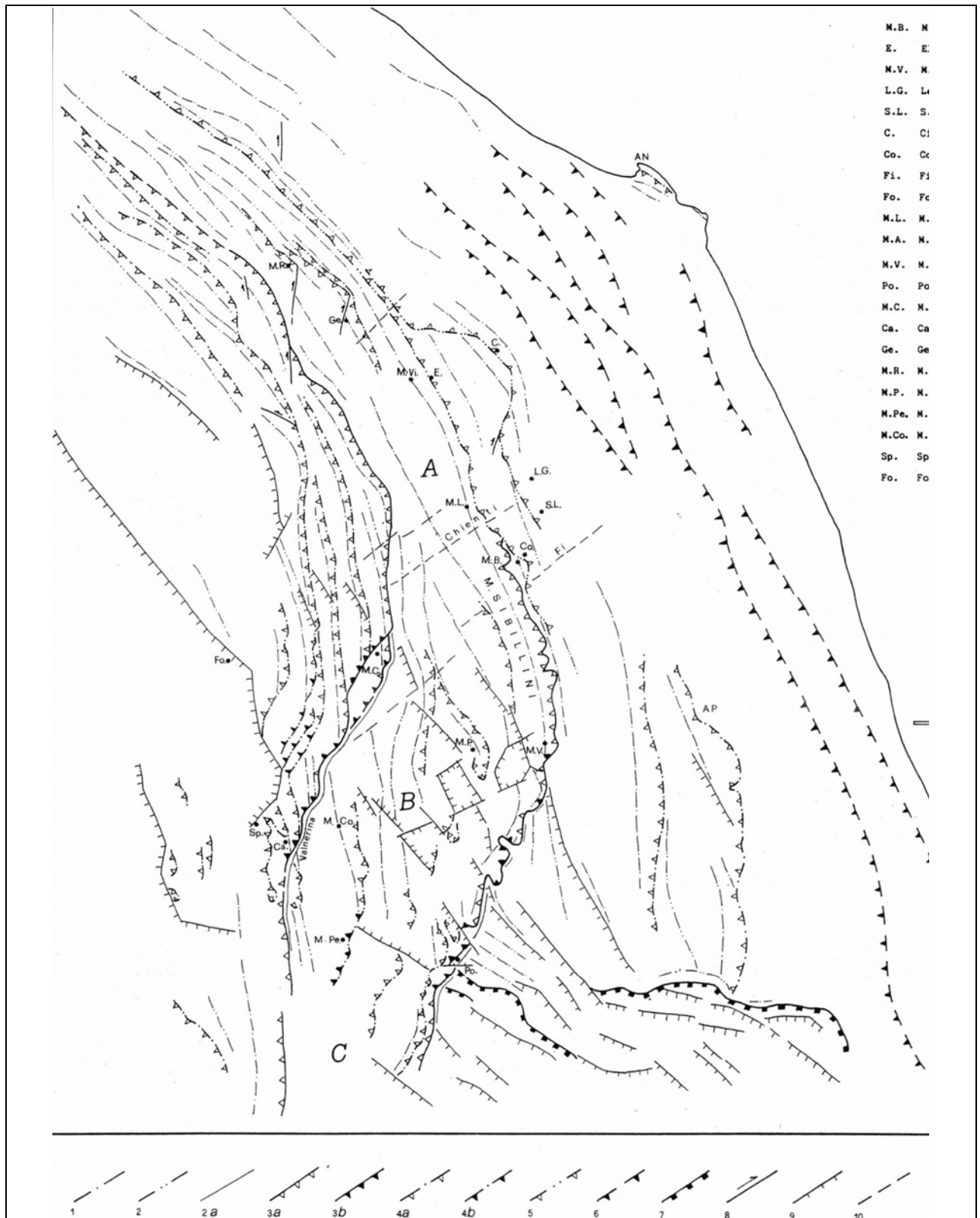


Fig. 2 - Carta strutturale dell'Appennino umbro-marchigiano (leggermente modificata da CALAMITA & DEIANA, in stampa). 1 Assi di anticinali; 2 assi di sinclinali; 2a andamento assiale delle minori strutture plicative; 3 *thrusts* principali: a) inversi e inversi-transpressivi, b) trascorrenti e trascorrenti-transpressivi; 4 *thrusts* minori: a) inversi e inversi transpressivi, b) trascorrenti e trascorrenti-transpressivi; 5 *back-thrusts*; 6 *thrusts* esterni sepolti; 7 fronte della Piattaforma laziale-abruzzese; 8 motivi transpressivi; 9 faglie dirette; 10 andamento di faglie mesostrutturali trascorrenti e di *extension joints*.

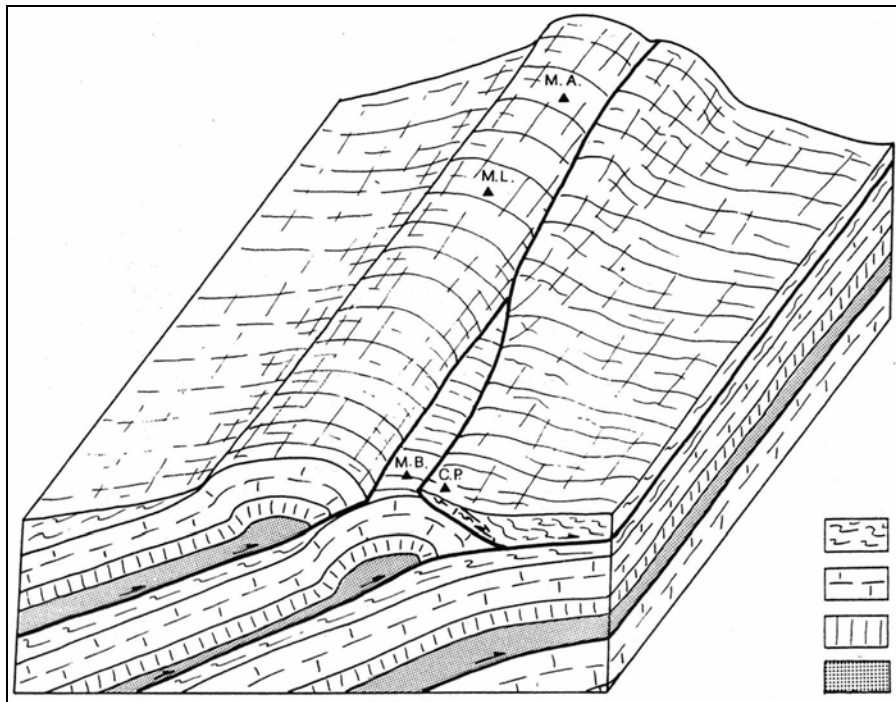
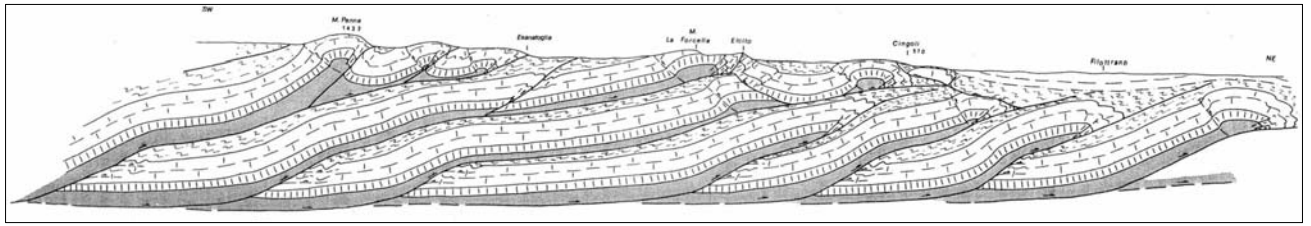


Fig. 3 - Blocco-diagramma mostrante la relazione tra *thrust* e *back-thrust* e l'effetto di "sutura" da parte di quest'ultimo sul *thrust* dei M. Sibillini a nord del Chienti (da CALAMITA, in stampa). M.B. Monte Bozzi; C.P. Coldipietra; M.L. Monte Letegge; M.A. Monte d'Aria.

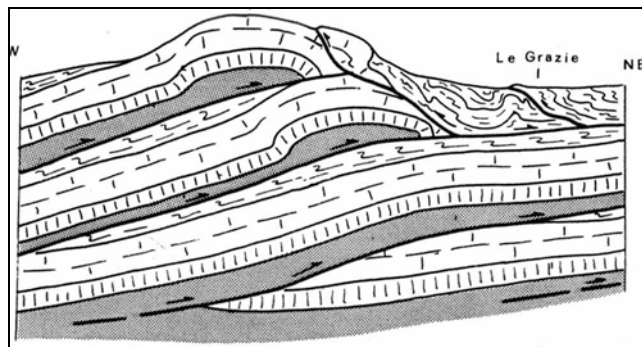


Fig. 4 - Schema fuori scala dei rapporti tra *thrust* e *backthrust* in una sezione trasversale all'altezza di M. Letegge (da CALAMITA).

CONSIDERAZIONI GEODINAMICHE

La catena appenninica umbro-marchigiano-abruzzese si è costruita, durante il Miocene superiore-Pliocene, per *thrusting* (principalmente verso NE) di unità strutturali rappresentate dall' "Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino", dalla "Piattaforma laziale-abruzzese" e dal "dominio marchigiano-abruzzese". I *thrusts* hanno geometria e cinematica complesse (Fig. 3) in relazione sia al condizionamento esercitato dalle discontinuità preesistenti (ad es. le importanti discontinuità giurassiche che limitavano la "Piattaforma laziale-abruzzese" dalle aree di bacino), sia alla complessità della situazione geodinamica in cui essi evolvono. Inoltre la presenza stessa della "Piattaforma laziale-abruzzese", quale elemento dotato di maggiore inerzia al *thrusting*, ha determinato un avanscorrimento differenziale, via via minore verso sud, per l'unità più interna, ("Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino") lungo il "*thrust* dei M. Sibillini". Pertanto nel tratto settentrionale, ad andamento appenninico, di questo ultimo, si è avuta una maggiore entità di sovrascorrimento rispetto al tratto del *thrust* posto ad ovest della Piattaforma. I due tratti in parola sono tra loro raccordati da uno intermedio, il quale costituisce, nell'insieme, una complessa zona di *tear-fault* (Fig. 44). Analogo significato ha il più interno "*thrust* della Valnerina" nell'ambito dell'unità dell' "Appennino calcareo umbro-marchigiano-sabino". La marcata arcuatura di quest'ultimo è in relazione alla suddetta cinematica differenziale. Anche la meno accentuata forma arcuata delle strutture del "dominio marchigiano-abruzzese" è forse connessa con avanscorrimenti differenziali su *thrusts* più esterni, ubicati in parte nell'Adriatico. I *thrusts* secondari presenti nella porzione meridionali (settori B e C) dell'Appennino umbro marchigiano-sabino vanno visti come strutture che realizzano un intenso raccorciamento locale, necessario a compensare il minore avanscorrimento generale di questa porzione. Le associazioni strutturali del settore settentrionale (A) sono invece dovute allo sviluppo dell'arcuatura che si realizza in un quadro geodinamico tendente a conservare le lunghezze iniziali. Infatti, a nostro avviso, nella catena appenninica umbro-marchigiano-abruzzese si è avuto un raccorciamento massimo (60-70%) in direzione antiappenninica ed uno minimo (difficilmente stimabile sulla base dei dati attuali) lungo la direzione appenninica. Pertanto essa si è costruita principalmente in un campo tensionale inverso, con l'asse principale massimo (σ_1) antiappenninico e con quello intermedio (σ_2) appenninico. Essa assume il significato di una catena laterale (BOCCALETTI ed altri, 1982), indotta dalla convergenza NNW-SSE dei blocchi rigidi Africa-Europa che, pertanto, rappresenta il generale sistema di spinte. Quest'ultimo costituisce, per l'Appennino, una sorta di confinamento longitudinale responsabile del minore raccorciamento suddetto. Esso è alla base dello sviluppo del fronte settentrionale della "Piattaforma laziale-abruzzese", è responsabile di numerose evidenze mesostrutturali, quali le faglie trasversali trascorrenti sinistre e quelle appenniniche trascorrenti destre, e, in generale, favorisce la conservazione delle lunghezze iniziali durante l'arcuatura. Brevi momenti di trascorrenza lungo le faglie oblique alla catena (N10±10 destre e N100±10 sinistre) possono essere connessi, assieme agli *extension joints*, con momentanei rilassamenti del confinamento longitudinale. Anche la distensione che, a partire dal Pliocene medio-superiore, ha

interessato l'area con un sistema di faglie dirette, appenniniche, ribassanti verso WSW (mentre la compressione migrava verso l'esterno), evolve in un quadro geodinamico controllato dalla convergenza dell'Africa e dell'Europa. Ad una accelerazione di tale convergenza sono, infatti, attribuite le fasi compressive pleistoceniche rilevate a scala mediterranea (Bousquet, 1977; Bousquet & Philip, 1981), nonché il sollevamento dell'Italia centrale tra il Pleistocene inferiore ed il Pleistocene medio (AMBROSETTI ed altri, 1982). D'altra parte la presenza delle faglie normali trasversali (alcune delle quali individuano, assieme alle precedenti, le note depressioni tettoniche intrappenniniche), indica anche l'esistenza di una estensione appenninica recente, sebbene subordinata rispetto a quella antiappenninica. L'estensione longitudinale, anche sedi entità molto modesta, sembra un elemento comune e ricorrente durante l'evoluzione della catena appenninica. I suoi effetti sono differenti nelle diverse zone strutturali: essa si manifesta con faglie dirette nelle zone di retrocatena (area in distensione), con probabili faglie dirette, a controllo sedimentario, nelle zone di avanfossa e di avampaese, mentre nelle aree di catena la sua espressione è data dagli *extension joints* trasversali e dai momenti di trascorrenza lungo le faglie oblique alla catena stessa. L'interpretazione di questa estensione secondaria, in un quadro geodinamico dominato dalla convergenza dell'Africa e dell'Europa, è obiettivamente difficile. Una delle probabili cause del mancato confinamento longitudinale può essere ricercata in motivi di "fuga" di settori di catena verso aree a maggiore debolezza crostale; ad esempio la "fuga" verso SSE dell'arco calabro con conseguente rilassamento o estensione parallela alla direzione di "fuga", secondo i modelli della deformazione rigido-plastica in regime ensialico descritti per l'area mediterranea da TAPPONIER (1977) e Boccaletti & DAINELLI (1982).

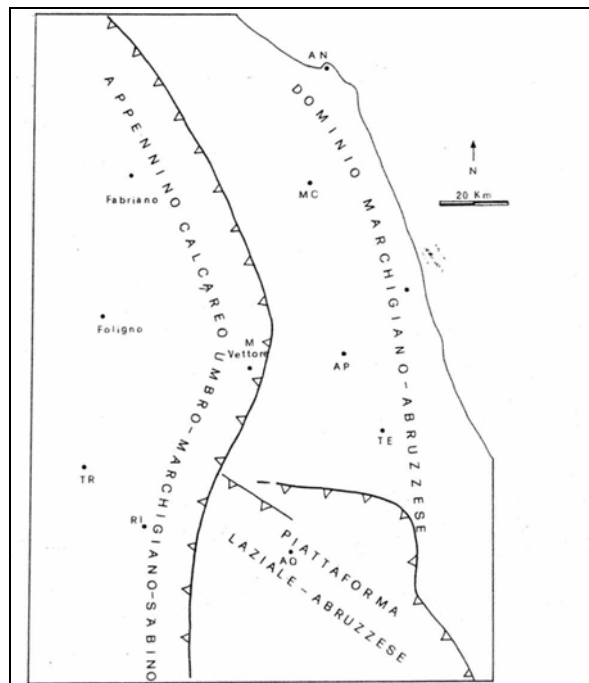


Fig. 5 - Schema delle principali unità tettoniche dell'Appennino umbro-marchigiano-abruzzese (da CALAMITA & DEIANA).

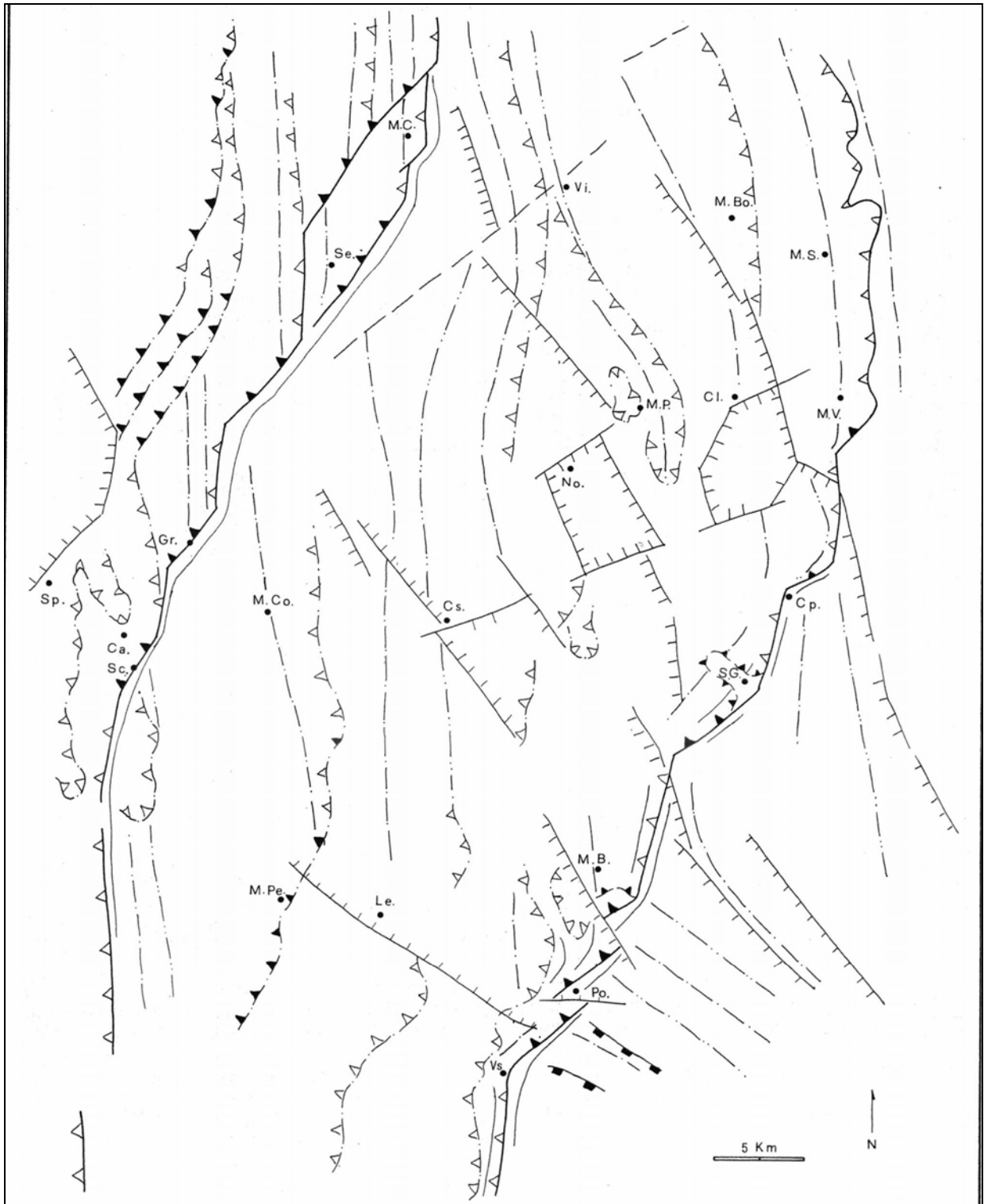


Fig. 6 - Particolare della carta strutturale di Fig. 39 rappresentante il settore B. Viene evidenziata la reale geometria del "thrust della Valnerina" e di quello dei M. Sibillini, eliminando i più evidenti effetti erosivi, quali le "finestre" di S. Giovanni e di M. Boragine. M.S. M. Sibilla; M.Bo M. Bove; Vi. Visso; Cl. Castelluccio; Le. Leonessa; Cs. Cascia; No. Norcia; S.G. S. Giovanni; M.B. M. Boragine; Vs. Vallescura; Sc. Schioppo; Gr. Grotti; Se. Sellano; Cp. Capodacqua.

3. QUADRO GEOLOGICO-STRAFIGRAFICO-PETROGRAFICO

Passando alla descrizione dettagliata delle formazioni rilevate sull'area di progetto, la successione dal basso verso l'alto è: *Scaglia Cinerea*, *Bisciaro*; *Marne con Cerrogna*; *Marne a Pteropodi* (entrambe eteropiche dello *Schlier*); *Formazione della Laga* in cui si distinguono, dal basso verso l'alto, tre membri: membro preevaporitico, membro "evaporitico" (coevo della *Formazione gessoso-solfifera*) e membro postevaporitico.

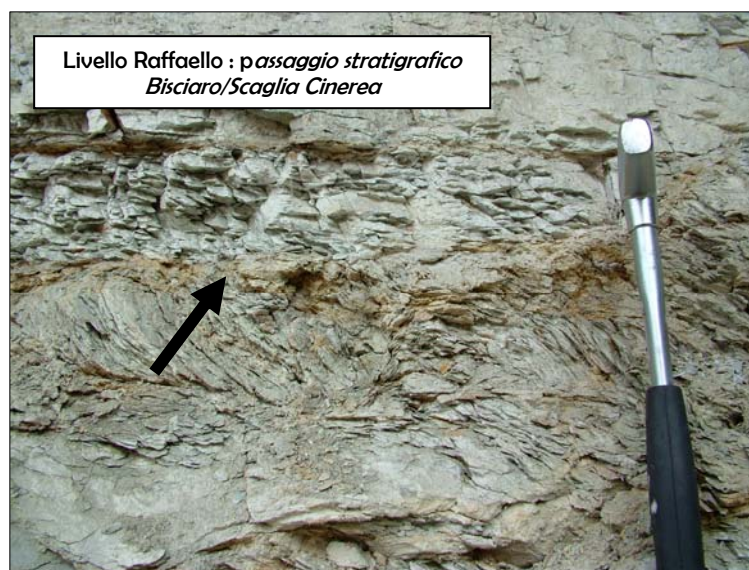
SCAGLIA CINEREA (Eocene sup. p.p. - Oligocene sup.).

E' formata da calcari marnosi e marne di colore grigio e presenta uno spessore di 100-200 m; la porzione inferiore è generalmente più calcarea mentre quella superiore è più marnosa. Il limite superiore è posto in corrispondenza della comparsa della selce e di un livello vulcanoclastico (Livello Raffaello), correlabile in tutta l'area umbro-marchigiana, che cade sopra il limite Oligocene-Miocene.

Nell'area in questione la Scaglia Cinerea affiora nell'incisione operata dal Rio Garrafo, passando lateralmente al Bisciaro in prossimità della terminazione periclinale del nucleo della piega che costituisce l'anticlinale di Acquasanta.

BISCIARO

Il Bisciaro e' caratterizzato dalla presenza di marne e calcari siliceo-marnosi, ben stratificati, grigi e grigio-verdastri (ocracei se alterati), con intercalazioni di vulcanoclastiti (cineriti e tufiti prevalenti) e di bentonite vulcanoderivate. Liste e noduli di selce grigio-nerastra sono localmente presenti nella parte inferiore-media della formazione. Mentre nell'area settentrionale del bacino Marchigiano sono

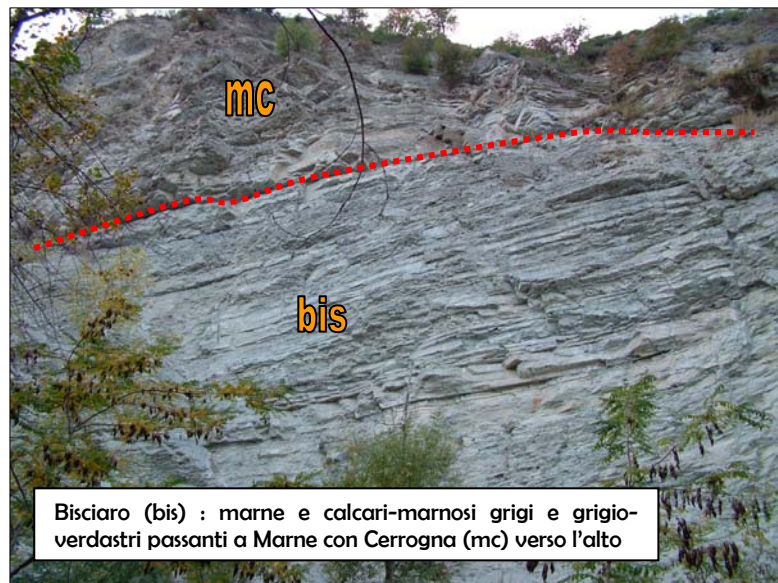


sporadicamente presenti calcareniti costituite da gusci di foraminiferi risedimentati, nell'area meridionale sono prevalenti. Gli apporti vulcanici testimoniano una cospicua attività vulcanica calcarea nel Miocene inf.. La dimensione dei granuli feldspatici aumenta costantemente verso W, indicando come probabile area sorgente la provincia vulcanica della Sardegna occidentale. I limiti litostratigrafici della Formazione del Bisciaro sono identificabili in corrispondenza di caratteristici livelli vulcanoclastico. Il limite tra Scaglia Cinerea e Bisciaro

coincide con la base del Livello Raffaello, uno strato bentonitico di spessore compreso tra 3 e 30 cm di

colore grigio-verdastro con colorazione ocra se alterato (rinvenuto durante il rilevamento geologico-statigrafico di dettaglio 1:2'000 sull'area di progetto – foto allegata).

Il Livello Raffaello corrisponde quindi al primo evento vulcanoclastico del Bisciaro ed è riconoscibile in tutto il Bacino umbro Marchigiano. Il limite superiore dei Bisciaro coincide con la base del livello Piero della Francesca, uno strato bentonitico di spessore compreso tra 10 e 15 cm, particolarmente “ricco” in biotite. Pur non essendo sempre di facile riconoscimento sul terreno, questo

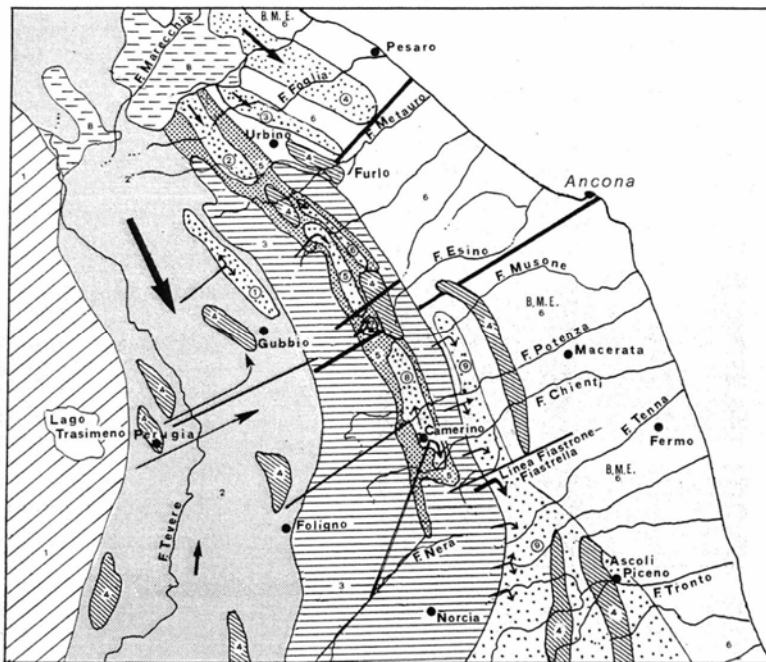


marker coincide con un marcato cambiamento litologico da litotipi calcarei, grigi e grigio-verdastri, tipici del Bisciaro, da quelli decisamente più marnosi grigio azzurri dello Schlier. Lo spessore e la litologia del Bisciaro variano ampiamente nel bacino. Le aree rialzate presentano spessori minori (da 15 a 70-80 m) e litofacies marnose e calcareo-marnose, mentre le zone depresse contengono litofacies calcareo-silicee e detritiche con spessori maggiori fino a 150 m. Sulla base dei litotipi dominanti si riconoscono ovunque tre membri litostratigrafici. Essi sono dal basso verso l'alto: **1) Membro marnoso inferiore; 2) Membro calcareo-siliceo-tuffitico; 3) Membro marnoso superiore.**

Il contenuto paleontologico del Bisciaro è rappresentato da nanofossili calcarei, foraminiferi, radiolari, dinoflagellati, diatomee, ostracodi, pteropodi, spicole di spugne, denti di pesci, radioli di echinodermi e occasionali bivalvi. I radiolari sono particolarmente abbondanti nel Membro calcareo-siliceo-tuffitico. La bioturbazione è generalmente intensa e rappresentata principalmente da tracce di *Zoophycos* e *Cylindrites*. Le associazioni a foraminiferi bentonici suggeriscono una profondità di deposizione compresa tra 400 e 700 m (batiale superiore). L'età del Bisciaro, stabilita su basi bio-magnetostatigrafiche, è riferibile all'Aquitaniense p.p.-Burdigaliano p.p.. Cristalli singoli di plagioclasio estratti dal Livello Raffaello sono stati datati con il metodo $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ per fusione al laser fornendo un'età di 21,9 Ma. Datazioni preliminari effettuate con lo stesso metodo sulla biotite estratta dal Livello Piero della Francesca hanno fornito un'età di circa 17,1 Ma. Per quanto concerne la composizione mineralogico-petrografica del Bisciaro, la frazione silicatica delle marne è dominata da minerali smectitici, quarzo, feldspati e subordinati illite e clorite. I calcari siliceo-marnosi risultano simili alle marne, tranne che per il contenuto intasi della silice rappresentate da opale-CT o da quarzo, in funzione delle condizioni diagenetiche; sedimenti diatomitici veri e propri, cioè con opale-A, sono rari. La frazione argillosa dei sedimenti marnosi caratterizza il Bisciaro rispetto alla Scaglia Cinerea e allo Schlier per il maggior contenuto in smectite, a cui si associano modeste quantità di illite e tenori ancora

interiori di clorite. Le variazioni mineralogiche sono nette per quanto riguarda il limite inferiore con la Scaglia Cinerea mentre risultano graduali passando allo Schlier. I sedimenti cineritici sono composti da frammenti di vetro vulcanico e, subordinatamente da cristalli di plagioclasio e da rari minerali femici

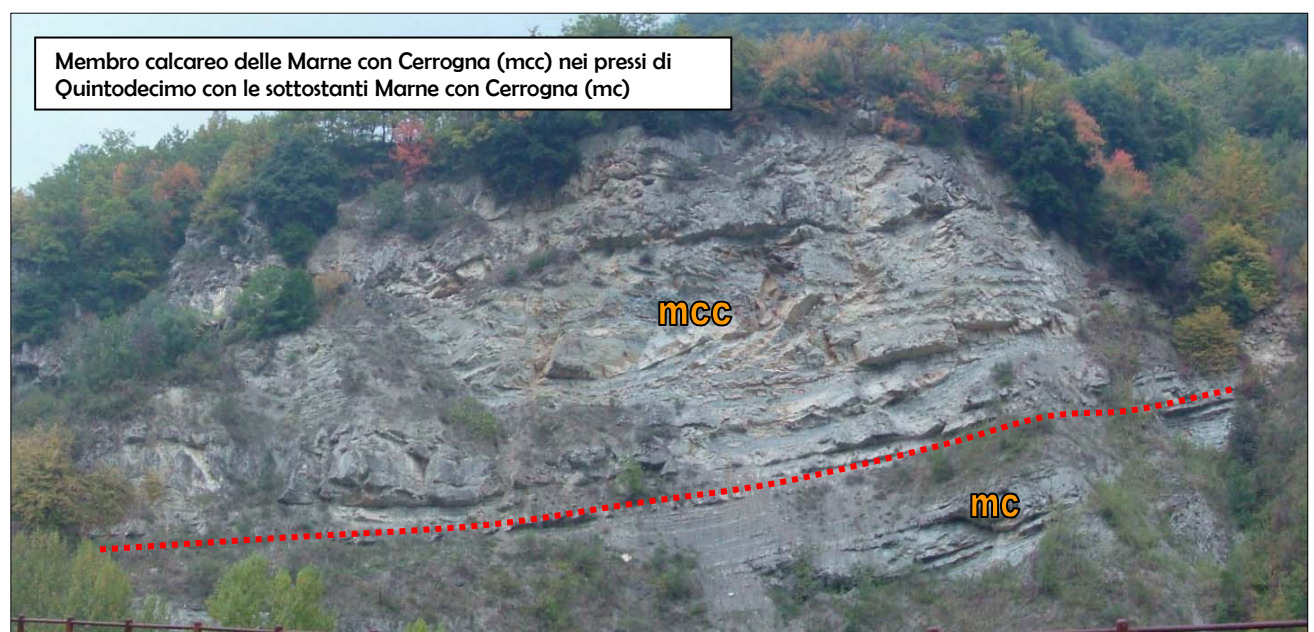
(pirosseni, anfiboli, biotite). La composizione chimica dei frammenti vetrosi varia da strato a strato e comprende termini riferibili ad andesiti, daciti, riocaciti e rioliti; le composizioni rio-dacitiche risultano maggiormente diffuse nel membro superiore del Bisciario dove le cineriti a biotite contengono sanidino altrimenti assente nelle cineriti dei membri inferiore e medio. Le composizioni dei magmi da cui hanno avuto origine tali sedimenti sono da ritenersi tendenzialmente più



basiche, se si considera il vetro come prodotto di differenziazione degli stessi. Gli strati bentonitici sono sedimenti quasi monomineralici, talvolta notevolmente puri, costituiti principalmente da smectite (di tipo montmorillonitico) e subordinati feldspati.

SUCCESSIONI EMPELAGICHE DELLE MARNE CON CERROGNA E MARNE A PTEROPODI

Il Bisciario é seguito da formazioni marnose tra loro eteropiche: Schlier, Marne con Cerrognia e Marne a



Pteropodi tutte contengono emipelagiti deposte in un'area di avanpaese.

Marne con Cerrognna

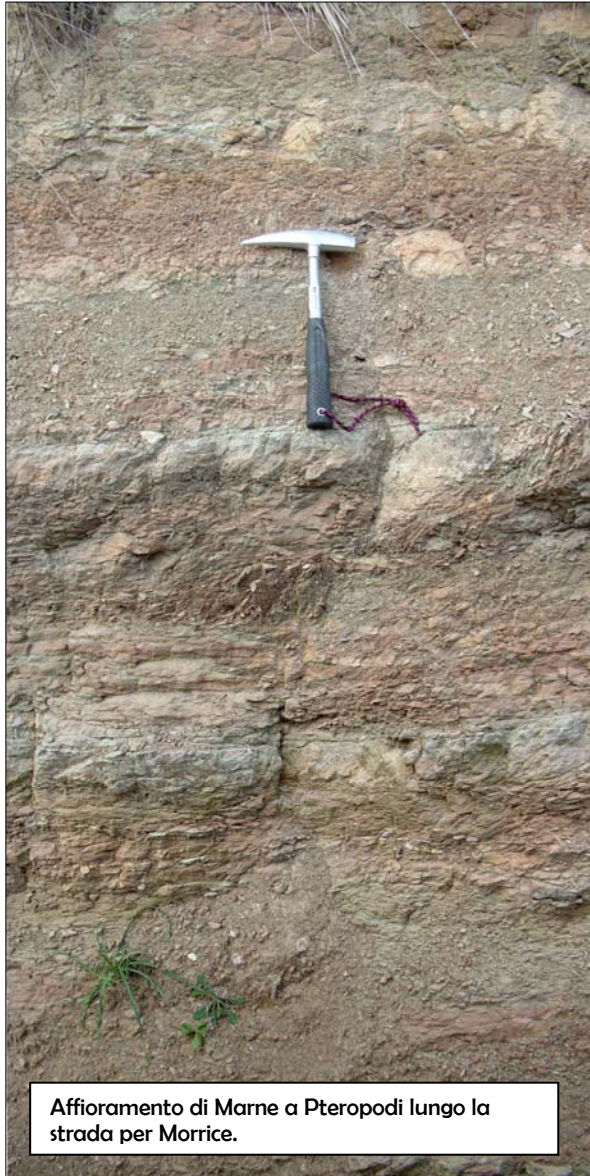
Nella porzione meridionale del bacino marchigiano esterno (Bacino della Laga in esame), lo Schlier è sostituito dalle Marne con Cerrognna. Sono costituite da alternanze di marne, marne calcaree e marne argillose, in strati medi e sottili, associate a torbiditi carbonatiche talora laminare, in strati medio-spessi. La stratificazione è molto spesso obliterata da un clivaggio diffuso e da un'intensa bioturbazione (si notano tracce di Zoophycos, Cyndrites, burrows, Lamellibranchi ed Echinidi di grandi dimensioni). In tutta l'unità sono inoltre frequenti gli slumpings. Per quanto riguarda le intercalazioni detritiche, i bioclasti sono talora rappresentati, per la maggior parte, da Foraminiferi planctonici (Globigerinoides, Globoquadrina, Orbulina) e bentonici (A nomalinidae, Nodosariidae, Rolaliidae) ai quali possono associarsi resti di Molluschi, Briozoi, Alghe coralline, Balanidi, Amphistegina sp., Operculina sp.. In quest'ultimo caso si tratta, per la maggior parte, di organismi di acque poco profonde che in genere danno origine ai "Calcari a Briozoi e Litotamni" diffusi nel Miocene calcareo del Lazio e dell'Abruzzo. Le torbiditi carbonatiche, provenienti dall'erosione di aree del dominio laziale-abruzzese, si assottigliano e diventano più rare verso N, fino a sparire all'altezza della linea Fiastrone-Fiastrella (CANTALAMESSA ed altri, 1980, 1981, 1982, 1983). Gli spessori variano dai 50-200 m delle dorsali ai 300-400 m delle depressioni, dove maggiori sono gli accumuli torbiditici e gli slumpings.



L'unità è parzialmente eteropica con le Marne a Pteropodi al cui passaggio è presente un banco di calcarenite di elevato spessore (membro calcarenitico delle Marne con Cerrognna) che costituisce un elemento guida nel paesaggio a livello geologico-geomorfologico come evidenziato dalla documentazione fotografica allegata. Sulla base delle associazioni a Foraminiferi planctonici riscontrate nell'ambito delle Marne con Cerrognna sono state riconosciute: gran parte della Zona a Globigerinoi dessicanus, la Zona a Praeorbulina spp., la Zona a Orbulina suturalis, la Zona a Orbulina universa, la Zona a Globigerinoides obliquus obliquus, la Zona a Globorotaha acostaensis, la porzione

inferiore della Zona a *Globigerinoides obliquus extremus*. I caratteri complessivi delle suddette zone sono molto simili a quelli delle corrispondenti unità biostratigrafiche dello Schlier. Da quanto sopra si deduce che la deposizione delle unità in esame si estende dal Burdigaliano p.p. alla porzione inferiore del Tortoniano medio; soltanto nelle successioni delle aree più profonde essa si arresta alla fine del Tortoniano inferiore.

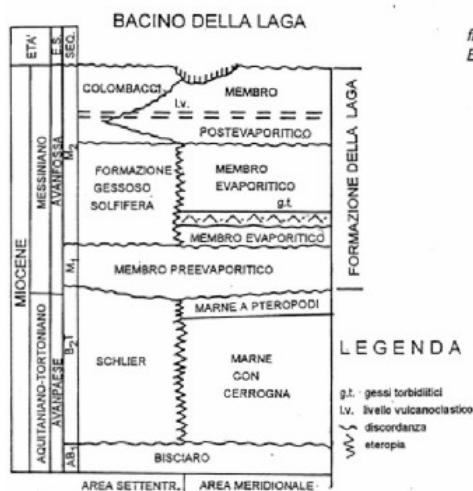
Marne a Pteropodi



Al di sopra delle *Marne con Cerrognia* già descritte e alla base della sequenza torbiditica, si trovano le *Marne a Pteropodi*. Esse sono costituite inferiormente da emipelagiti grigio-verdoline o grigiastre, bioturbate, con rare e sottili intercalazioni calcareo-marnose e calcarenitiche; superiormente da peliti scure, euxiniche, talora bituminose, laminate, con intercalazioni di arenarie fini grigiastre, in strati sottili e medi. Queste ultime si rinvencono solo in corrispondenza delle dorsali, e rappresentano le parti più fini e distali (depositi di *overbank*) delle torbiditi della *Formazione della Laga* che si andavano depositando nelle depressioni. Le *Marne a Pteropodi* presentano parziali rapporti di eteropia sia con le *Marne con Cerrognia*, sia con la *Formazione della Laga*. Le microfaune a Foraminiferi planctonici presenti nelle *Marne a Pteropodi* hanno consentito una precisa definizione biostratigrafica dell'unità. Ad essa corrispondono la Zona a *Globigerinoides obliquus extremus* (porzione superiore), la Zona a *Globorotalia conomiozea* e la porzione basale della Zona atipica. Tali zone mostrano caratteri complessivi, soprattutto per quanto riguarda i planctonici, abbastanza simili a quelli delle omonime zone presenti nello *Schlier*.

L'età delle *Marne a Pteropodi* si estende pertanto dal Tortoniano medio p.p. al Messiniano inferiore (base della Zona atipica). Nelle successioni delle aree più profonde, invece, lo studio biostratigrafico ha consentito di definire un'età che dalla parte sommitale del Tortoniano inferiore si estende fino alla base del Messiniano (Zona a *Globorotalia conomiozea*).

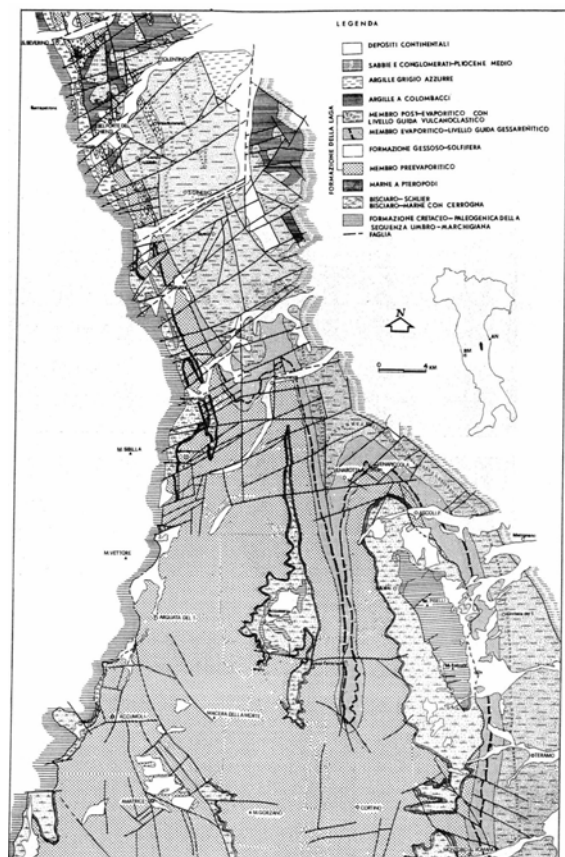
SUCCESSIONI TORBIDITICHE



Al di sopra delle formazioni descritte, si depositarono le successioni torbiditiche attraverso il riempimento di una serie di bacini generati dalla migrazione verso E dell'avanfossa appenninica. L'individuazione del Bacino Umbro-Romagnolo, che si estende anche su una parte delle Marche, fu seguita dall'individuazione del Bacino Marchigiano Interno e, successivamente, da quella del Bacino Marchigiano Esterno. Tutti questi bacini mostrano un'evoluzione nel tempo da una fase iniziale di avanfossa ad una fase finale di bacino satellite (*piggy back*).

Il Bacino Marchigiano Esterno, in cui ricade l'area in studio, presenta una morfologia complessa per la presenza di alcuni bacini minori: due nella parte settentrionale ed uno in quella meridionale. I bacini settentrionali contengono la Formazione Marnoso Arenacea "urbinate" e la Formazione di S. Donato; la vasta parte meridionale del Bacino Marchigiano Esterno (bacino della Laga) contiene la Formazione della Laga.

La Formazione della Laga, sovrastante le Marne a Pteropodi, è costituita da una potente successione torbiditica (oltre 3.000 m) che ha colmato l'omonimo bacino; questo si era però individuato già a partire dal Miocene inf. e medio. Tra i bacini minori marchigiani, quello della Laga è il più grande e si estende da Cingoli (a N) al F.Pescara (a S). La Formazione della Laga costituisce un ciclo sedimentario del 1° ordine, di tipo regressivo, ed è suddivisibile in 3 membri: "pre-evaporitico", "evaporitico", "post-evaporitico" (fig. 9b).



Formazione della Laga - membro pre-evaporitico (affiorante nell'area in esame). Si riconoscono due minori unità, una prevalentemente arenacea, l'altra arenaceo-pelitica. La prima è formata da un'associazione arenacea (facies A1, E1, A2, B2 subordinatamente C1, C2, D1, D2), in strati spessi o massicci, in cui si intercalano, a varie altezze stratigrafiche, orizzonti arenaceo-pelitici (facies B, C; subordinatamente D1, D2), in strati sottili e medi. Essa mostra a luoghi contatti erosivi e a luoghi

passaggi graduali, tramite livelli arenaceo-pelitici, con le sottostanti *Marne a Pteropodi*. Il primo caso si verifica sempre allo sbocco nel bacino di un canale alimentatore; le litofacies arenacee presentano qui geometrie lenticolari, con vistosi pinch-out laterali in senso longitudinale. Nelle aree più meridionali la porzione superiore ditale unità passa lateralmente, sottocorrente, a quella arenaceo-pelitica. Questa è



Unità 2 della Formazione della Laga vista da Est verso Ovest lungo la strada per Morrice

costituita rispettivamente da un'associazione arenaceo-pelitica (facies C2, in strati massicci, prevalente; A1, B1, D1, D2 subordinate) e da un'associazione pelitico-arenacea (facies D2, C1, D1), in cui la prima è intercalata.

Formazione della Laga - membro "evaporitico". E' costituito da un'associazione arenacea (facies A1, prevalente e poco diagenizzata; E1, D1, D2) in cui si intercalano livelli arenaceo-pelitici (facies B; subordinatamente D2), con marne nere bituminose di ambiente euxinico, ed un orizzonte guida (presente nella parte basale) costituito da gessareniti torbiditiche a notevole contenuto silicoclastico



Unità U2 della Formazione della Laga presso Quintodecimo

(Ricci Lucchi, 1972; Ricci Lucchi&PAREA, 1973). Anche questa unità, nelle parti marginali e in quelle meridionali del bacino, è sostituita da facies più fini e distali, arenaceo-pelitiche.

Formazione della Laga - membro post-evaporitico. E' costituito dalle stesse associazioni del corrispondente livello dell'area settentrionale, ad eccezione dell'associazione arenaceo-conglomeratica

che qui è assente. Prevale di gran lunga l'associazione pelitico-arenacea, in cui si trovano intercalati sia



Dettaglio Serie Stratigrafica N°2 sulla
Formazione della Laga – Unità' 2

il livello guida vulcanoclastico, sia numerosi orizzonti (a geometria pressochè tabulare) dell'associazione arenacea-conglomeratica. Questi ultimi diminuiscono di spessore e di numero sia verso SE (sottocorrente) sia verso E (verso i margini del bacino), e presentano locali ispessimenti lenticolari e granulometrie più grossolane all'intersezione con i canali trasversali. I caratteri micropaleontologici complessivi della Formazione della Laga sono molto simili a quelli riscontrati nella stessa unità affiorante nell'area marchigiana settentrionale. Essa corrisponde alla Zona atipica ed è interamente riferibile al Messiniano, ad eccezione delle successioni più profonde dove la porzione inferiore dell'unità è molto verosimilmente riferibile ai livelli basali del Messiniano (Zona a Globorotalia conomiozea).

Le torbiditi della Formazione della Laga sono costituite da depositi canalizzati e depositi non canalizzati. I primi, prevalenti nel membro preevaporitico e in quello evaporitico, costituiscono il riempimento di canali e di depressioni di origine strutturale, strette ed allungate in senso longitudinale. Nell'area settentrionale essi sono discontinui in senso assiale e sono separati da torbiditi più fini, rappresentanti depositi di lobo, di frangia, d'intercanale e di piana sottomarina. Nell'area meridionale la parte superiore dei depositi arenacei canalizzati passa sottocorrente a depositi arenaceo-pelitici tipici di un ambiente di transizione tra canale alimentatore di conoide e lobo deposizionale. I depositi non canalizzati, intercalati nell'associazione arenacea, rappresentano la chiusura della sedimentazione di un canale o di una depressione. I depositi canalizzati, che presentano marcate geometrie onlap verso nord e verso i bordi delle depressioni, sono tipici di apparati deposizionali

ad alta efficienza (MUTTI, 1979; Murri & Ricci Lucchi, 1981). I depositi non canalizzati, che costituiscono quasi per intero il membro postevaporitico, sono organizzati in sequenze negative, che si estendono talora per parecchi chilometri senza apprezzabili variazioni di spessore e sono tipici di un apparato

deposizionale a bassa efficienza. I depositi grossolani, che vi si rinvengono intercalati nell'area settentrionale, sono organizzati in sequenze positive, che rappresentano il riempimento di canali distributori di sistemi deposizionali di delta-conoide. I materiali detritici sono immessi nel bacino della Laga attraverso numerosi "canali strutturali" che sboccano sul lato occidentale del bacino stesso. Davanti alle zone d'immissione si formano apparati di delta-conoide oppure si osservano geometrie lenticolari, con depositi più grossolani a base erosiva: qui si misurano numerose direzioni di apporto dai quadranti occidentali (Ricci Lucchi, 1975; CANTALAMESSA ed altri, 1981, 1983; CENTAMORE ed altri, 1982). I flussi gravitativi, dopo la loro immissione nel bacino, vengono in genere deviati verso SSE, con nell'area di Ascoli Piceno locali deviazioni verso NNW. Le torbiditi della Formazione della Laga si sono depositate in un ambiente marino ristretto. Il Membro Preevaporitico rilevato sull'area in studio, costituito da prevalenti arenarie da medio-grossolane a fini a stratificazione da molto spessa a media, con intercalati livelli pelitici, sono state differenziate la litofacies arenaceo-pelitica a grandi banconi, la litofacies arenaceo-pelitica e pelitico-arenacea sulla base di n°3 serie stratigrafiche che hanno fornito un'ulteriore analisi nel rapporto percentuale Arenaria-Marna che ha permesso di distinguere due Unità all'interno della Formazione (U1 ed U2) descritte di seguito. U1 - alternanza arenaria (A)-marna (M) in strati a contatto netto. Arenarie grigio-azzurre, giallastre se alterate, a granulometria fine al tetto e grossolana alla base, in strati di spessore tra 48 e 200 cm. costituite da muscovite, feldspati, quarzo e da cemento di natura calcarea, tenaci e massiccie. Marne grigio-azzurre a fratturazione oblunga, in strati di spessore tra 3 e 30 cm. Il rapporto A/M è compreso tra 9,20 e 9,69 con percentuale di arenaria dal 90,20 al 90,31% e di marna dal 9,80 al 9,69%. (Valori dedotti dalle Serie Stratigrafiche n°1 e 3)

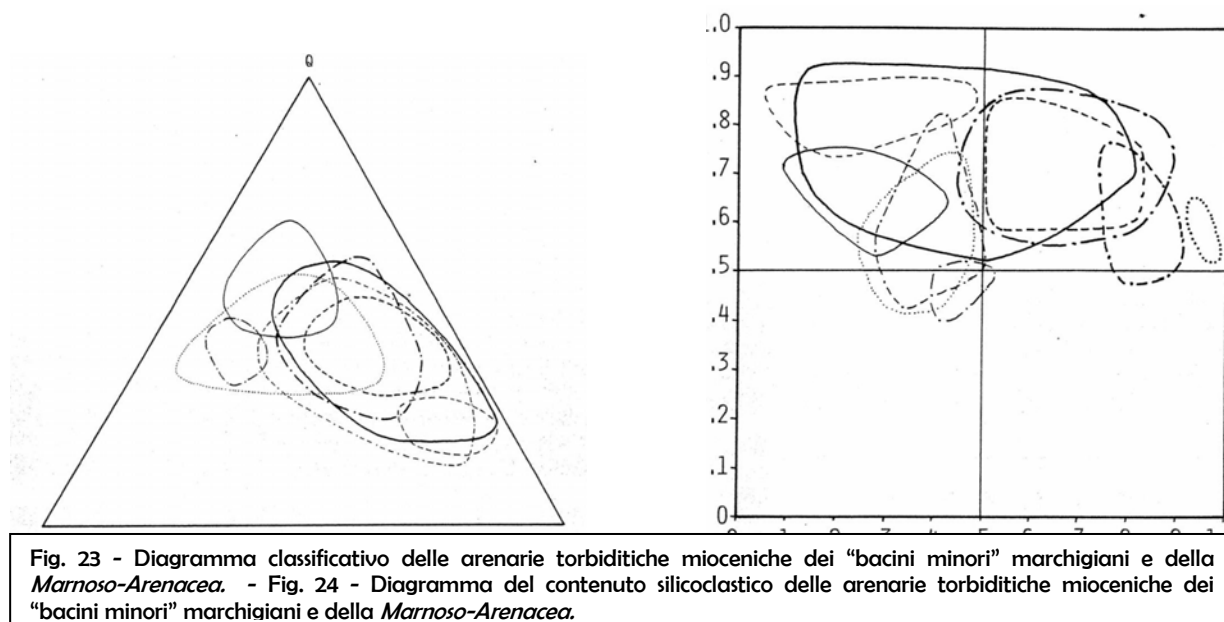
U2 - alternanza arenaria (A)-marna (M) in strati a contatto netto. Arenarie grigio-azzurre, giallastre se alterate, a granulometria fine al tetto e grossolana alla base, in banchi di spessore tra 15 e 700 cm. costituite da muscovite, feldspati, quarzo e da cemento di natura calcarea, tenaci e massiccie. Marne argillose ed in subordine calcaree grigio-azzurre a fratturazione oblunga, in strati di spessore tra 3 e 60 cm. Generalmente il rapporto A/M è compreso tra 13,00 e 18,75 con percentuale di arenaria dal 93 al 95% e di marna dal 7 al 5%, occasionalmente A/M tra 1 e 1,5 con percentuale di arenaria del 40-70% e di marna del 60-30%. Sono presenti intervalli con rapporto A/M compreso tra 5 e 6% con percentuale di arenaria dell' 83-85% e marna del 17-14%.

(Valori dedotti dalla Serie Stratigrafica n°2)

CARATTERI PETROGRAFICI DELLE ARENARIE TORBIDITICHE MIOCENICHE

PETROGRAFIA DELLE ARENARIE

Tutte le arenarie dei bacini minori e quindi del Bacino della Laga in esame, presentano una composizione simile, caratterizzata da un rapporto di circa 1:1 tra la frazione silicatica e quella carbonatica. Quest'ultima è rappresentata quasi interamente da un cemento carbonatico (in prevalenza di calcite spatica) connesso a fenomeni diagenetici. La frazione silicatica è composta in pratica da quarzo e feldspati, il contenuto in miche è molto variabile con rare punte che raggiungono e possono superare il 10%. I frammenti di rocce non sono di solito frequenti. Questa generale uniformità di dati non consente facili confronti tra i diversi bacini poiché le variazioni all'interno di ciascuno di essi spesso sono maggiori di quelle che si osservano tra campioni appartenenti a bacini diversi. Nella ricerca di caratteri peculiari, particolarmente utili sono risultati la composizione di alcuni frammenti di roccia



(dolomie o altri tipi caratterizzanti), il rapporto feldspato potassico/plagioclasti, il rapporto tra miche chiare e miche femiche ad alcune elaborazioni dei relativi dati analitici. La notevole similitudine tra i sedimenti studiati è ben evidente nel triangolo classificativo di figura 23 nel quale sono delineati i campi corrispondenti ai campioni analizzati per ciascun bacino; per confronto è riportato anche quello spettante alla *Marnoso-Arenacea* ripreso da GANDOLFI ed altri (1983). Dalla figura emerge la evidente sovrapposizione di molti campi, in particolare quelli che occupano l'area prossima al lato Q-(FR + C). Si distacca parzialmente il campo relativo al *bacino di Urbania*, mentre quello di *Serraspinosa* è maggiormente separato ma inglobato nel precedente. Le interpretazioni che si possono dare osservando questo diagramma sono certamente più di una e pertanto si è ritenuto insufficiente, nel corso delle ricerche, di utilizzare il solo diagramma classificativo. A tale scopo particolarmente utile è risultato il diagramma di figura 24 che consente di osservare contemporaneamente le variazioni legate

al rapporto tra i feldspati e quelle tra questi ed il contenuto in quarzo. Anche in questo caso è riportato il campo circoscritto dalla *Marnoso-Arenacea* secondo i dati di GANDOLFI ed altri (1983). Osservando il diagramma si può dedurre come ad eccezione del *bacino di Camerino*, gli altri possono essere suddivisi in base alla relazione FK-P. Da una parte con $FK \leq P$ si individua il gruppo costituito dai *bacini di Urbania, Serraspinosa, S. Donato-Cantia e M. Turrino* che occupano un campo in parte sovrapposto, a quello della *Marnoso-Arenacea*. L'altro gruppo è invece costituito dai *bacini di M. Vicino e della Laga* i quali sono caratterizzati dalla prevalenza del feldspato potassico sui plagioclas. Nella figura sono riportati anche i campi spettanti alle torbiditi prevalentemente carbonatiche intercalate nella *Marnoso-Arenacea* (Strato Contessa e Colombine; Ricci Lucchi, 1975).

Il gruppo caratterizzato dalla prevalenza del plagioclasio va osservato in funzione della provenienza dei flussi gravitativi. Di conseguenza il gruppo si suddivide ulteriormente: da una parte i *bacini di Urbania* e di *Serraspinosa* che hanno la stessa provenienza osservata nella *Marnoso-Arenacea* e dall'altra i *bacini di S. Donato - Cantia, M. Turrino* ed almeno una parte di quello di *Camerino*. Per quanto riguarda il *bacino di M. Turrino* bisogna tener presente, per il suo inquadramento, l'età più giovane ed il caratteristico contributo detritico da parte di rocce vulcaniche che distinguono almeno in parte questo bacino dagli altri. Il campo estremamente ampio presentato dal *bacino di Camerino* è dovuto ai diversi punti di immissione dei flussi gravitativi i quali probabilmente erano connessi ad apporti eterogenei. Una di queste fonti alimentava contemporaneamente anche il *bacino di S. Donato-Cantia*. La produzione della frazione silicoclastica avveniva ad opera di rocce madri ricche in quarzo e feldspati a prevalenti termini sodico-calcici; le miche sono per lo più del tipo "chiaro" con aragonite associata. Globalmente quindi le rocce madri prevalenti erano costituite da metamorfiti di medio e basso grado e da rocce sedimentarie carbonatiche. Rocce madri arenacee dovevano essere limitate dato il bassissimo contenuto in quarzo arrotondato policiclico. Per quanto riguarda il secondo gruppo ($FK > P$) bisogna tenere presente che tutti i bacini sono geograficamente vicini ed hanno una provenienza da aree interne appenniniche; la sovrapposizione dei campi è indicativa di una forte similitudine della composizione della frazione silicoclastica. Essa era prodotta in questo caso a spese di rocce ricche in quarzo e feldspati a prevalenti termini potassici e con miche femiche in quantità superiori a quelle "chiaro". Globalmente si possono identificare in tipi granitici e sedimentari carbonatici le rocce madri prevalenti. Anche in questo caso è bassissimo il contenuto di quarzo policiclico. Nella figura 24 sono riportati i campi individuati per le Colombine e per lo Strato Contessa. Per questi litotipi è ormai accettata l'ipotesi che rocce granitiche abbiano contribuito alla produzione della frazione sialica (ARDANESE ed altri, 1983); si può pertanto ritenere che le analogie manifestate in figura non possano essere casuali. Gli AA hanno individuato rocce arcosiche ed alto tenore in feldspati (fino ad oltre il 40% con $FK > P$) intercalate nella parte inferiore della *Marnoso-Arenacea* langhiana nell'alta Val Tiberina, collegandole ad un possibile frammento di catena alpina in qualche modo interessato dalla tettonica traslativa delle *Liguridi s.l.*. Nel Langhiano quindi si erano verificate le condizioni fisiografiche tali da mantenere pressoché incontaminato il detrito di tipo arcosico. Tracce dello smantellamento di questo frammento cristallino si hanno durante il Serravalliano, nello Strato

Contessa, ma con i “bacini minori” tortoniani esso si manifesta nuovamente producendo materiale clastico prevalentemente riconducibile a tipi metamorfici nella sua porzione settentrionale e granitici in quella meridionale.

Il completo smantellamento del frammento sialico dovrebbe essere avvenuto prima della fine del Tortoniano, quando inizia la fase distensiva nella Toscana occidentale. Le sabbie provenienti dall'erosione del frammento sialico suddetto dovrebbero essersi depositate in un' “area di parcheggio” situata tra la Toscana occidentale e le Marche e da qui immesse nel *bacino della Laga* in esame tra il Messiniano e il Pliocene inferiore com'è possibile dedurre dal limite cronologico superiore della *Formazione della Laga*.

DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI

Al di sopra delle formazioni descritte nei paragrafi precedenti si rinvengono i depositi alluvionali relativi ai corpi idrici principali (F. Tronto) e secondari (fossi e rii laterali) nei diversi ordini, i depositi di versante eluvio-colluviali e di frana ed i travertini.

Depositi eluvio-colluviali

Costituiscono la coltre di copertura detritica prodottasi prevalentemente per crioclastismo e ricoprente in maniera discontinua i fondivalle, le vallecole d'erosione ed i versanti. Si tratta per lo più di clasti a spigoli vivi in matrice più fine, priva di cemento. Lo spessore della coltre è variabile, passando da pochi metri anche a 20-30m.

Depositi alluvionali

Costituiscono i terrazzi alluvionali del F.Tronto ed in subordine del Rio Garrafo e del Rio Novete. Si tratta prevalentemente di depositi ghiaiosi non cementati in matrice sabbiosa a clasti arrotondati di dimensioni variabili, anche grossolane. Frequenti sono le eteropie di facies sia laterali che verticali.

Travertini

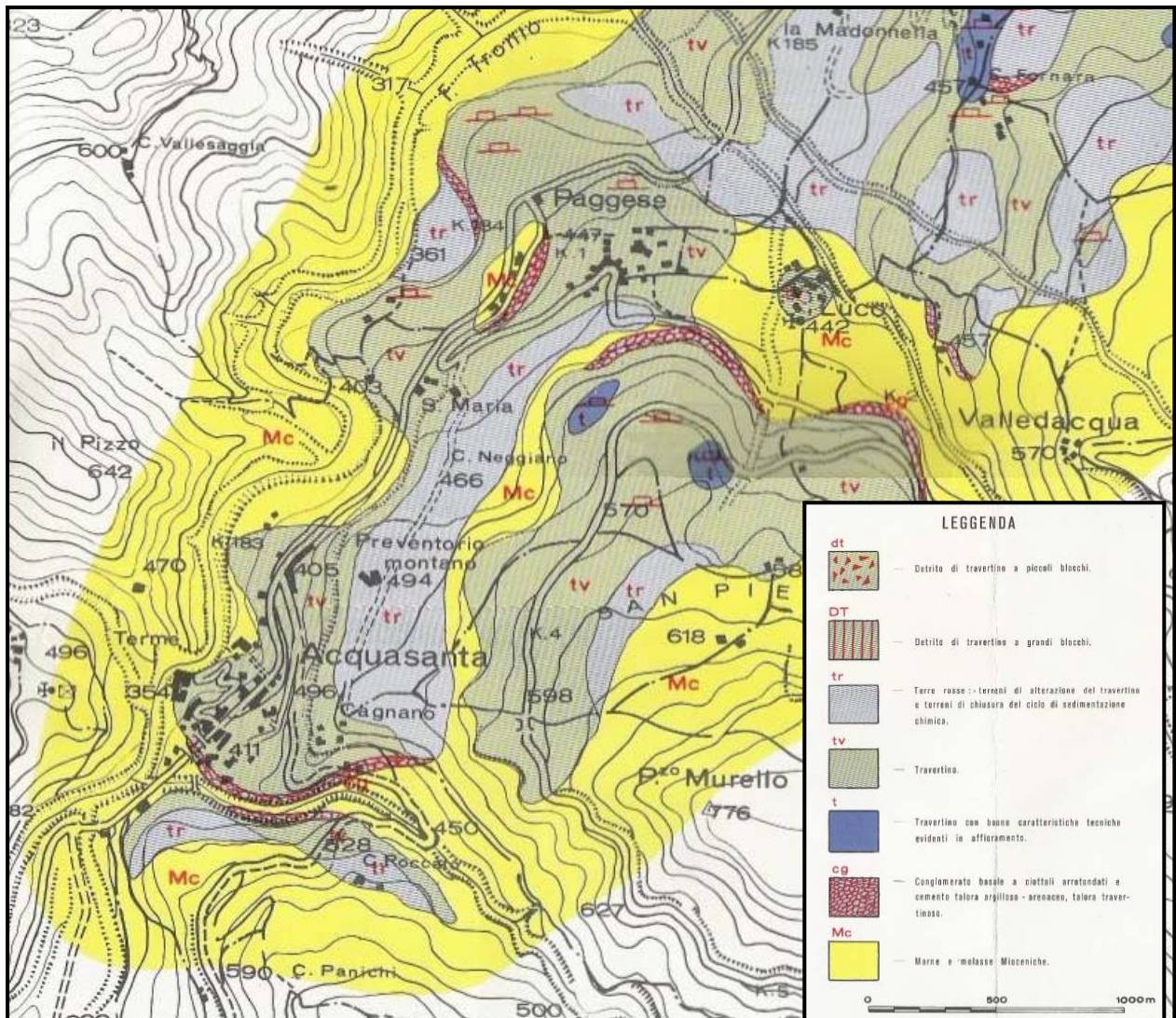
Presenti solo in destra idrografica, sono ben visibili nei pressi dell'abitato di Acquasanta Terme ed in località Cagnano. Si tratta di concrezioni carbonatiche deposte dalle acque dure ruscellanti da processi tipo “cascata”: per tali motivi è talvolta possibile distinguere una netta stratificazione, con andamento concordante rispetto a quello dei flussi d'acqua che li ha messi in posto. Particolare attenzione va posta alle *terre rosse*, trattasi di travertini affioranti in maniera non arealmente continua sopra i terreni in posto rappresentati, in Località C. Roccolo, dalle Marne con Cerrognana. Di seguito si analizza nel dettaglio la genesi e la distribuzione dei travertini nell'area di stretto interesse a livello progettuale.

GENESI E RAPPORTI STRATIGRAFICI DEI TRAVERTINI DI ACQUASANTA TERME

La zona travertinifera nel settore di Acquasanta si trova sulla riva destra del Fiume Tronto ed è costituita da una ampia fascia semi continua che si estende dall'abitato di Acquasanta fino alla altezza di localita' Torre S.Lucia e da una placca isolata (la Rocca di Santa Caterina) posta fra Torre S.Lucia e Ponte D'Ari.

La fascia continua ha una lunghezza massima (in direzione NE-SW) di circa 4 chilometri ed una larghezza di poco inferiore ai 2 chilometri in corrispondenza dell'abitato di Torre di Sopra. La fascia è divisa in due settori pressochè uguali, uno a NE e l'altro a SW, da un torrente (il Fosso di Luco) che corre ai piedi dello sperone di Luco e poi scende a fianco del cimitero. La divisione è convenzionale, in quanto in linea generale la giacitura del travertino è identica nelle due zone, ma sarà opportuna per la delimitazione delle zone studiate.

Ad Acquasanta il travertino si è depositato su materiali marnosi (bisciaro e marne con cerroigna) del Miocene medio-superiore. Naturalmente questi materiali avevano già subito una elaborazione da parte degli agenti erosivi e quindi sulla disposizione delle masse travertinose si riflettono tutte le



irregolarità del substrato. Vedremo in seguito che la zona di deposizione doveva essere il letto di un fiume e la parte più bassa dell'alveo, quindi le irregolarità non dovevano essere troppo marcate, ma occorre tenerle presenti perché in alcuni casi solo esse possono giustificare dei fenomeni altrimenti inspiegabili. Alla base dei depositi travertinosi si trova un conglomerato a grossi ciottoli disuguali in cui prevalgono gli elementi costituiti dalle arenarie della formazione Marnoso-Arenacea del Miocene superiore. I ciottoli sono piuttosto arrotondati, la cementazione non è eccessiva, ed è data da materiale arenaceo-argilloso o travertinoso: tutte queste caratteristiche lo fanno ritenere di origine fluviale.



Lo spessore di questo conglomerato è molto variabile; raggiunge un massimo di 7-8 metri ed è limitato talvolta a lingue sottilissime di pochi centimetri, o addirittura assente. Gli spessori maggiori si rinvengono generalmente verso la parte settentrionale di ciascuna lente di travertino, cioè verso valle, mentre dalla parte a monte non è mai stato riscontrato. Se ne deduce che esso ha un andamento a cuneo con gli spessori massimi verso il Tronto ed una diminuzione graduale, fino ad annullarsi, allontanandosi dall'alveo. L'andamento delle lingue di conglomerato, che si possono vedere in vari punti entro gli affioramenti di travertino, ha un suo particolare interesse in quanto delimita i vari cicli di deposizione: in altre parole, quando alla base di una balza di travertino o di un sondaggio meccanico si incontra il conglomerato, siamo sicuri che,

geneticamente, abbiamo raggiunto la base di quella placca e anche se più in basso si può rinvenire dell'altro travertino, quest'ultimo fa parte di un ciclo diverso da quello superiore. Questa osservazione è

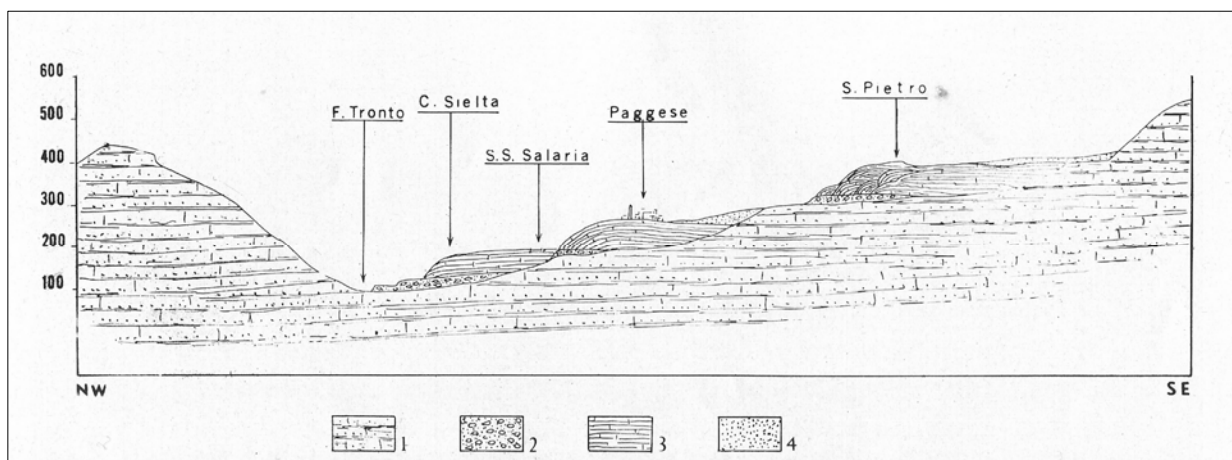


Fig. 1 — Profilo schematico della valle del Tronto all'altezza di Paggese. Sono messi in evidenza i tre terrazzi ed i rapporti fra i tre cicli di sedimentazione; lo schema corrisponde alla figura 2 ma è ripreso dalla parte opposta: 1 - formazione basale delle marni mioceniche; 2 - conglomerato di base; 3 - Travertino; 4 - terre rosse e detriti.

molto importante in quanto ci permette di individuare, ad Acquasanta, tre cicli principali di deposizione ad altezze diverse, che hanno determinato la giacitura di tutto il materiale.

In fatti se si osservano gli affioramenti tenendo presente lo sviluppo delle lingue di conglomerato, possiamo individuare una serie di denti e cupole travertinose distribuite su tre terrazzi successivi a varie altezze, che rappresentano i tre cicli principali. I tre terrazzi sono ben distinti lungo il versante. Dal letto del Tronto verso l'alto, sulla riva destra, si possono «terminare assai chiaramente le tre zone: l'inferiore va dal letto del fiume fino a quota 400 nella zona a SW del Fosso di Luco ' a quota 360-370 nella parte a NE; la seconda zona va da quota 380-400 a 470-500 nella zona a SW del Fosso di Luco e da quota 350 a 410-415 a NE; la terza, rispettivamente, da quota 470-80 a circa 600 e da 430 a 530. Come si può vedere dalle quote citate i terrazzi sono più bassi man mano che si procede verso NE, essi seguono cioè il naturale andamento della valle. Entro ogni terrazzo, esistono varie lenti o cupole travertinose più o meno connesse lateralmente che formano l'obbiettivo della nostra ricerca, in quanto proprio al centro di queste strutture lentiformi, qualora siano di dimensioni convenienti, si trova il materiale di qualità migliore e più « estraibile» 1al punto di vista economico. Nella maggior parte dei casi il travertino, sulle superfici pianeggianti è coperto da terra rossa che deriva in parte dalla fase di chiusura del ciclo di sedimentazione del travertino stesso ed in parte dall'alterazione del materiale calcareo.

Genesi travertini di Acquasanta Terme

Il travertino di Acquasanta è strettamente legato alle manifestazioni termali della zona che ora sono ridotte ad un'unica sorgente e a pochi altri stillicidi, ma che prima dovevano avere uno sviluppo molto maggiore ed estendersi su tutta la superficie ove si è deposto il travertino. Queste sorgenti termali sono legate alla grande piega che forma la struttura tettonica dell'anticlinale di Acquasanta. In questa zona gli sforzi tettonici e le enormi tensioni accumulate dalle forze interne della crosta terrestre hanno agito, nella parte più superficiale, su dei materiali plastici e facilmente cedevoli che si sono deformati fino a costituire una piega, mentre in una zona più interna, data la presenza di materiali più resistenti e rigidi, gli sforzi tettonici hanno dato luogo a delle rotture nette, cioè a delle faglie, e lungo il piano di frattura si sono potute infiltrare le acque calde profonde per risalire fino in superficie (la stessa cosa osserveremo in seguito per le zone di San Marco e Rosara, ma qui la struttura tettonica determinante sarà quella della Montagna dei Fiori). Se



consideriamo poi i rapporti fra terrazzi e conglomerato, insieme con il loro andamento conforme a quello della valle del Tronto, risulta altrettanto chiaro che esiste uno stretto legame fra i suddetti terrazzi ed il fiume, e quindi qualsiasi ipotesi che voglia spiegare la genesi del travertino non può prescindere dal fatto che ciascun terrazzo si è formato di volta in volta in corrispondenza del letto che il Tronto aveva in quel momento. Servendoci di quanto abbiamo detto finora possiamo stabilire la successione reciproca dei terrazzi nel tempo, che in ordine genetico risultano formati prima quelli superiori e poi via via i più bassi. Le considerazioni per cui è lecito giungere a queste conclusioni sono le seguenti:

a) Un fiume giovane come il Tronto tende sempre ad abbassare il suo alveo; ora, dato lo stretto legame esistente fra i cicli di sedimentazione del travertino ed il Tronto, è assurdo ritenere che questo si sia sollevato dopo aver formato il letto per il terrazzo più basso.

b) Le sorgenti, ed in particolar modo quelle termali, cioè quelle alimentate da acque salienti profonde, non si spostano mai verso l'alto, anzi tendono a migrare verso la parte bassa del pendio, mano a mano che vengono portati a giorno dall'erosione, altri diverticoli del condotto principale d'alimentazione.

c) Le osservazioni dirette sul travertino mostrano chiaramente che il terrazzo più alto ha uno spessore



maggiore ed è molto più esteso lungo la valle (esso comprende anche la rocca di Santa Caterina); inoltre la massa del travertino è molto unitaria e con scarsa frammentazione in cupole e lenti secondarie. I terrazzi più bassi hanno uno spessore minore, sono meno estesi (circa 1 Km. in meno il mediano e quasi due quello inferiore) e mostrano con maggior evidenza il fenomeno della frammentazione in cupole e lenti secondarie, specialmente il più basso che in pratica è costituito da sei lenti quasi completamente indipendenti.

Risulta quindi chiara la visione di un fenomeno che inizia con una certa portata, continuità ed estensione notevole, e che man mano si attenua, si ritira fino ad estinguersi quasi totalmente. Al giorno d'oggi infatti è rimasta attiva solo la sorgente di Acquasanta ed in pratica la deposizione del travertino non avviene più. Per quello che riguarda la deposizione del travertino, poi, bisogna tener presente che esso può

precipitare (nelle quantità che abbiamo osservate) solo dall'acqua calda delle sorgenti termali, purchè questa non sia eccessivamente diluita da quella fredda del fiume. Dato che ogni ciclo di deposizione ha inizio con un conglomerato che rappresenta il letto fluviale, le ipotesi possibili sono due:

A) sul letto del fiume si è formato un bacino isolato in cui si sono raccolte le acque calde separatamente da quelle fluviali.

B) La portata delle sorgenti era tale da sopraffare completamente l'acqua del fiume e confinarla da un lato della valle impedendo così o ritardando molto la miscelazione.

I dati in possesso fanno ritenere più probabile la seconda ipotesi; infatti a parte la difficoltà di trovare l'origine di questo bacino che è quanto mai strano in un fiume a morfologia giovane come il Tronto, la massa di travertino è tale da giustificare una portata eccezionale delle sorgenti termali. D'altra parte il conglomerato basale non mostra mai una terminazione a cuneo verso valle, cosa che potrebbe giustificare una eventuale arginatura. Il bordo esterno di ciascun terrazzo infine mostra delle strutture a cascata e delle riprese di sedimentazione le quali indicano che la zona in cui precipitava il travertino, non era affatto chiusa verso valle; e che l'acqua ricca in carbonato di calcio scorreva liberamente verso delle zone che divenivano man mano più basse e sempre più spostate lateralmente in direzione NW sotto l'azione di un agente erosivo che certamente era la corrente del fiume. Se consideriamo che oggi la sorgente di Acquasanta ha una temperatura di 37/40° e che, come abbiamo visto, siamo in una fase finale del fenomeno termale, è lecito supporre che al momento in cui le sorgenti erano nella loro piena portata la temperatura dovesse essere molto maggiore. Questo rende ancora più facile prestar fede alla nostra ipotesi sia perchè la deposizione del travertino veniva ad essere molto rapida, sia perchè una eventuale diluizione avrebbe avuto molto meno effetto.

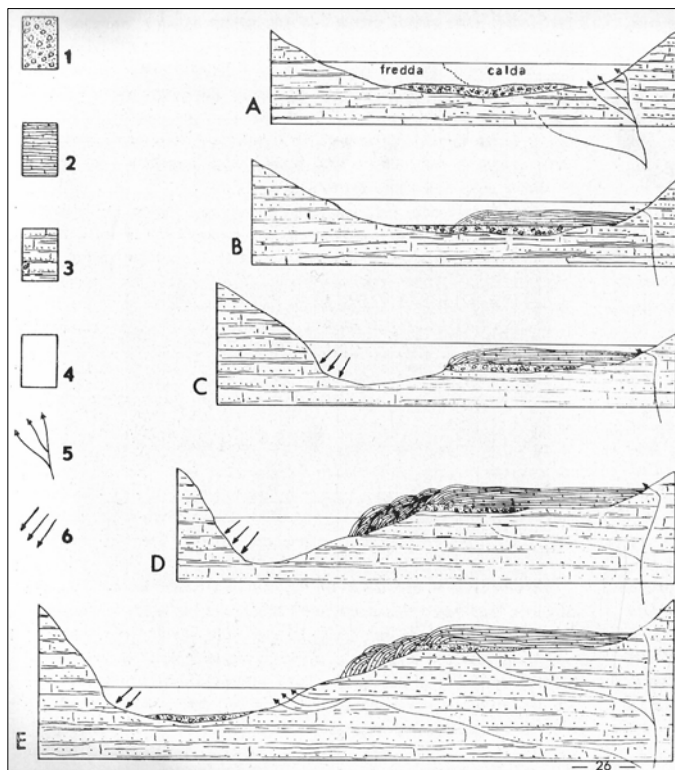


Fig. 2 : Ricostruzione di un ciclo di sedimentazione del travertino di Acquasanta secondo l'ipotesi esposta: 1- letto fluviale dell'antico Tronto; 2- travertino; 3- marne mioceniche basali; 4- acqua; 5- percorsi sotterranei delle acque termali; 6- zona di maggiore erosione laterale da parte del fiume con conseguente spostamento del fianco.

A) Fase iniziale: sbocco delle sorgenti calde sul fondo del fiume largo ed alluvionato; l'acqua calda spinge la corrente fredda del fiume verso la sinistra.

B) Inizio della precipitazione del travertino nella zona di destra, mentre nella parte sinistra dell'alveo la corrente fluviale seguita a scorrere liberamente.

C) La corrente fluviale erode la sponda sinistra ed abbassa il letto; nella zona di destra il travertino continua a depositarsi, l'acqua calda diventa sempre più sottile, la evaporazione aumenta e la precipitazione si accelera man mano.

D) L'erosione ha abbassato notevolmente il livello del letto fluviale; l'acqua calda scorre sulla superficie del travertino deposto e verso il fiume forma le strutture « a cascata ». E' questo il momento della sedimentazione parossistica.

E) L'erosione del fiume ha portato alla luce un diverticolo a quota inferiore del canale principale di risalita delle acque calde; le sorgenti primitive si esauriscono e se ne individuano altre in corrispondenza del nuovo sbocco: ha inizio così un secondo ciclo a quota più bassa.

Possiamo tentare di visualizzare il fenomeno avvenuto (fig. 2) pensando ad una valle dal fondo piuttosto largo in cui da un lato scaturiscono delle sorgenti termali molto abbondanti. Se la portata delle sorgenti è superiore a quella del fiume, le acque calde (data anche la scarsa miscibilità fra acque calde e fredde) spingono la corrente fluviale verso la sponda opposta dando origine ad un bacino caldo privo di argini. In questo bacino si inizia la deposizione del travertino mentre la corrente del fiume viene « relegata » accanto alla sponda opposta senza turbare la precipitazione del carbonato; essa quindi esercita la sua azione erosiva tendendo ad allargare la valle dal lato opposto a quello delle sorgenti. Si formano così due zone, una in cui il fondo tende ad innalzarsi per la precipitazione ed un'altra che tende ad essere scavata dalla corrente del fiume. A questo stadio corrisponde la formazione della parte centrale delle cupole di travertino con il materiale più compatto e la stratificazione prevalentemente orizzontale. Con il procedere dell'escavazione del fiume, diminuisce l'altezza dell'acqua nella zona di precipitazione con conseguente aumento della evaporazione del CO₂ e quindi della velocità di sedimentazione del travertino.

La corrente fluviale intanto viene a trovarsi rinserrata fra due sponde (una costituita dal fianco della valle e l'altra dal travertino) ed aumenta quindi il suo potere erosivo sempre con una forte tendenza a spostarsi lateralmente a spese di quei materiali che sono più facilmente erodibili: cioè le marne. Quando l'abbassamento dell'alveo ha raggiunto un punto tale che la superficie dell'acqua fredda si trova a quota inferiore od uguale a quella del travertino deposto, l'acqua calda viene a scorrere sopra il travertino e poi, a discendere rapidamente verso il fiume su di un piano inclinato dando origine a quelle strutture incrostanti di tipo cascate successive che si vedono di frequente vicino agli orli di ciascun terrazzo, e come si è detto sono tutte rivolte verso il Tronto.

In questa fase la precipitazione del travertino è al massimo della rapidità e quindi il fronte laterale si sposta assai rapidamente verso la corrente costringendo questa ad erodere la sponda opposta. In ciascuna di queste fasi si può avere anche, in seguito ad una piena, il traboccare della corrente fluviale fuori del canale, e la temporanea invasione della zona delle acque calde con depositi terrosi che interrompono la sedimentazione chimica e si ritrovano poi intercalati fra una lente e la successiva. La fine di ciascun ciclo è rappresentata dall'esaurimento delle sorgenti che si spostano più in basso e danno inizio al ciclo successivo, il quale in pratica è legato all'erosione del fiume che, abbassando il suo letto, porta a giorno un diverticolo più basso del canale di salienza principale. Concludendo, la giacitura a terrazzi del travertino di Acquasanta è il risultato di un'azione alterna in cui di volta in volta prevalevano la portata delle sorgenti termali ed il potere erosivo del fiume. L'alternarsi di momenti di stasi a momenti di maggiore attività può essere dovuto sia a cause climatiche (cicli di maggiore o minore piovosità), sia a cause morfologiche (presenza di livelli più duri che facevano sostare a lungo il fiume ad una stessa quota) sia infine a cause tettoniche, cioè a movimenti tardivi della tettonica locale che in varie riprese successive possono aver ringiovanito il Tronto aumentandone il potere erosivo.

Questa ipotesi, nel suo complesso, spiega la maggior parte delle osservazioni fatti sul terreno e nel dettaglio il fatto che gli ammassi più favorevoli si trovino nella parte alta (terrazzo sommitale) e che la miglior qualità di travertino come compattezza ed omogeneità si ha nei punti in cui la stratificazione è più vicina all'orizzontale, in quanto corrisponde al momento della deposizione più calma; mentre le zone a « falde inclinate » sono meno favorevoli in quanto corrispondono ai periodi di accelerazione del processo ed alla fase di sedimentazione parossistica. La suddivisione laterale in cupole entro ciascun terrazzo si può spiegare ammettendo che ciascuna di queste sia legata ad una o ad un gruppo di sorgenti vicine, cioè allo sbocco di un diverticolo del canale di salienza principale dell'acqua.

Analisi giaciturale : Analisi e descrizione delle caratteristiche giaciturali dei vari livelli di travertino

(3 differenti terrazzamenti) per l'area di stretto interesse localizzabile presso gli abitati di Acquasanta Terme e S.Maria (Zona a Sud-Ovest del fosso di Luco).



Fig. 3 — Zona di Acquasanta, lato occidentale del lobo di Santa Maria. E' chiaramente visibile l'affioramento di marne mioceniche (b) sotto la copertura cupuliforme di travertino (a).

ZONA A SUD-OVEST DEL FOSSO DI LUCO

1) Terrazzo inferiore : Questo terrazzo è frammentario quanto a continuità laterale ed in pratica si riduce a tre ammassi travertinosi che si protendono chiudendo verso il Tronto.

A) Il primo, (a partire da SW), è di dimensioni molto esigue ed inoltre su di esso è costruito l'abitato di Acquasanta: una sua appendice e' osservabile in corrispondenza dello Stabilimento IBEA con un'esigua larghezza del terrazzo e con una struttura a cascata molto evidente subito sotto la S.S. 4 Salaria

B) Il secondo lobo corrisponde all'abitato di Santa Maria; anch'esso con una netta configurazione "a cascata" ed inoltre sul lato SW è ben visibile sotto al travertino un affioramento di marne mioceniche; si deduce quindi che gli spessori sono piuttosto esigui e la qualità del travertino non presenta un'elevata compattezza ed omogeneità.

C) il terzo lobo è situato davanti al bivio di Paggese in corrispondenza della Casa Cantoniera: questo è più vasto.

2) Terrazzo intermedio : Questa zona comprende tutta la scarpata di travertino che dalla parte alta dell'abitato di Acquasanta passa sopra l'IBEA e raggiunge S. Maria, più a NE la cupola di Paggese (fig. 1). A) La prima zona ha la sua superficie superiore in corrispondenza della spianata su cui corre la strada che va a Cagnano e passa vicino al Preventorio Montano. La lunga parete che da Acquasanta va fino a Santa Maria mostra un travertino costituito per la maggior parte da grosse venature molto contorte, e non di eccessiva compattezza specialmente nel primo tratto, cioè quello che incombe sopra Acquasanta (è ben visibile lungo la strada che da Acquasanta va ad Umito); mentre tra lo stabilimento IBEA e S.Maria la parete è più compatta man mano che diminuisce il suo spessore. Alla base, lungo la Salaria, si possono vedere il conglomerato basale e le marne mioceniche; questo ci indica che il travertino di questo ciclo finisce alla quota della strada. Le indagini geognostiche eseguiti nell'area hanno fornito coperture di circa 4 metri, con travertino fino a circa 30 metri dal p.c. passanti a marne o conglomerati basali.

Mettendo insieme tutti i dati diretti ed indiretti ricavati e tenuto conto dell'ubicazione delle indagini, si nota come la massa travertinoso si va assottigliando. Il risultato è perfettamente in accordo con quanto si può osservare sulla scarpata a Sud di Cagnano lungo la strada per Umito, dove si vede la lingua di travertino, su cui sono costruite le poche case di Cagnano, finire a cuneo rapidamente verso SE. Una ulteriore conferma è stata data da alcuni sondaggi meccanici effettuati poco a monte del Preventorio montano e che, dopo uno spessore di 8-10 metri di travertino, hanno incontrato il conglomerato basale. La diminuzione di spessore si ha anche spostandosi verso Paggese.

Dalle varie osservazioni si può concludere quanto segue: 1) Nella zona che va da Cagnano a Santa Maria il travertino presenta spessori che vanno rapidamente diminuendo fino a ridursi a qualche metro ad una distanza di 100-150 metri in direzione perpendicolare alla scarpata. 2) La qualità del travertino non è eccezionale; sulla parete esso presenta venature molto evidenti, e anche nelle zone in cui appare più compatto esso presenta intercalazioni di materiali fogliettati, terrosi o comunque non compatti; le resistività osservate sono medio-basse.

3) Terrazzo sommitale : La zona del terrazzo sommitale è piuttosto unitaria: essa si estende in contrada San Pietro e costituisce l'affioramento più esteso fra quelli che abbiamo ora esaminato. Il fronte del terrazzo è molto alto ma non è ripido; presenta le caratteristiche forme a cascata ed in gran parte è coperto da bosco, esso si estende subito a valle della strada che da Paggese va a San Paolo, dal tornante di q. 507 fin poco oltre il ponte di q. 598. La spianata superiore si estende invece a monte dello stesso tratto di strada per una ampiezza massima di 3-400 metri.

ANALISI GEOLOGICO-STRUTTURALE LUNGO IL TRACCIATO IN PROGETTO

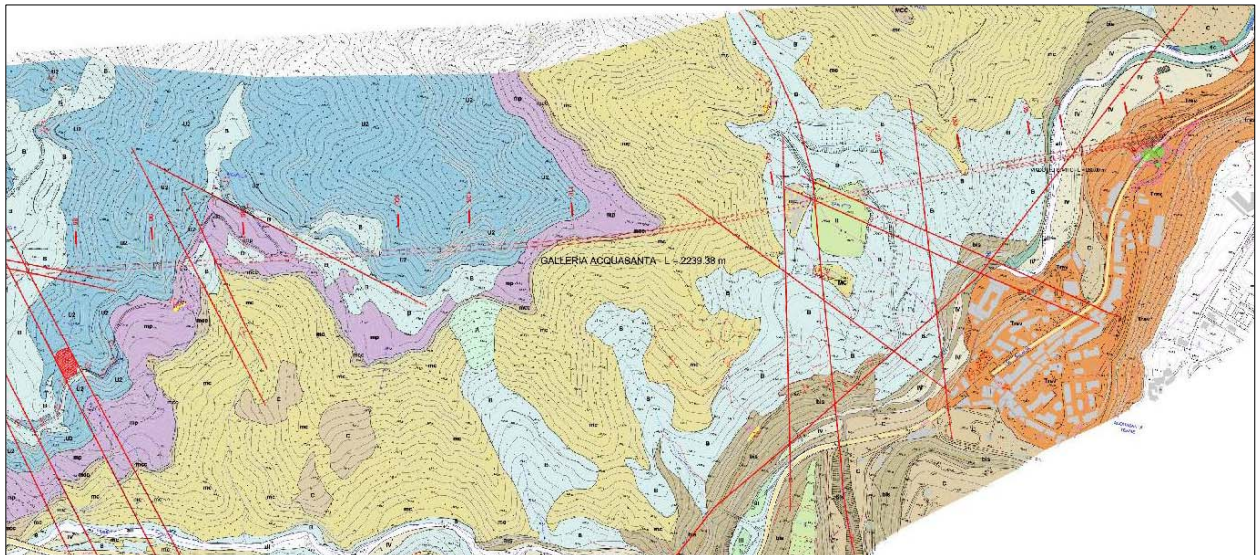
Le associazioni litologiche (in particolare la Scaglia Cinerea, il Bisciario e le Marne con Cerrognna) lungo il tracciato in progetto, presentano un elevato grado di tettonizzazione imputabile alla genesi della struttura anticlinale in corrispondenza dell'abitato di Acquasanta Terme. Il clivaggio è pervasivo tale da annullare i caratteri sedimentologici delle litologie stesse. Il rilevamento effettuato ha in particolar modo evidenziato la quasi totale obliterazione della stratificazione della Scaglia Cinerea, affiorante nella forra del Rio Garrafo; analoghe considerazioni possono essere compiute per l'affioramento roccioso del Bisciario in prossimità del bivio per località S.Vito, ove la frazione marnosa-argillosa presenta caratteristiche macroscopiche del tutto simili a quella della Scaglia. Stesso discorso può essere effettuato per le Marne con Cerrognna distinguibili dal Bisciario solo per la scomparsa dei banchi di calcari marnosi marroncini, a favore di un maggior numero di livelli calcarenitici.



E' probabile la presenza di lineazioni tettoniche ad andamento SO-NE nella zona compresa fra la confluenza del Tronto con il Rio Garrafo e Località S.Maria lungo il corso del fiume stesso, che si suppone impostato su vie di scorrimento preferenziali subendo un forte controllo strutturale. In particolare si ipotizza che il sistema di fratture antiappenninico osservato in Località Quintodecimo, tenda a ruotare verso Nord sull'allineamento confluenza Rio Garrafo-S.Maria, assumendo pertanto andamento N60-70E.

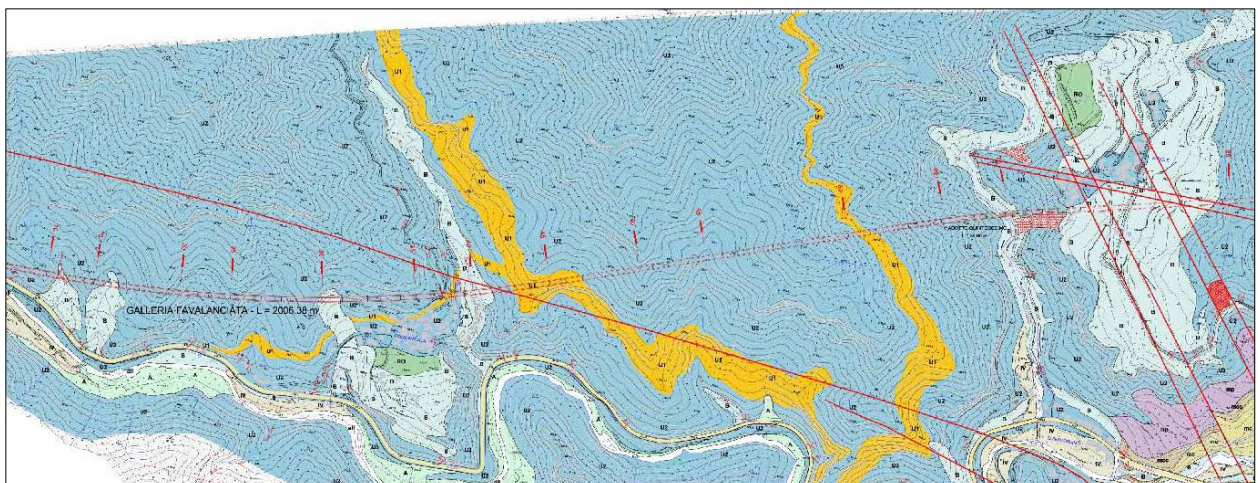
Come sarà meglio spiegato nel capitolo riguardante l'idrogeologia, si comprende come questi sistemi di fratture abbiano un ruolo primario nella risalita di acque provenienti dall'acquifero principale dei calcari mesozoici (Scaglia Rossa, Maiolica e Calcarea Massiccio), attraverso l'acquicluda delle marne oligo-mioceniche (Scaglia Cinerea, Marne a Pteropodi, Marne con Cerrognna, Bisciario).

E' utile precisare che l'ipotesi circa l'esistenza della lineazione tettonica confluenza Rio Garrafo-S.Maria scaturisce da osservazioni di natura geomorfologica, che evidenziano un brusco cambiamento di direzione del corso d'acqua e di natura idrogeologica vista la risalita di acque termali profonde. Considerazioni di ordine strettamente geologico hanno messo in evidenza (alla scala di dettaglio considerata) contatti di natura tettonica in prossimita' delle terme di Acquasanta e secondariamente lungo l'alveo del fiume Tronto.



Più in particolare la zona in esame costituisce il fianco occidentale di una piega anticlinale con chiusura periclinale in direzione Nord: a sua volta l'anticlinale di Acquasanta costituisce il footwall del sovrascorrimento dei M.ti Sibillini posto più ad Ovest, dopo Arquata del Tronto. Gli strati immergono verso NW (310° - 340°) con pendenze variabili fra i 10° e i 25° , pertanto disposti a franapoggio rispetto all'andamento del versante in destra idrografica e a reggipoggio rispetto alla sinistra.

I termini a maggiore componente argillosa (Scaglia Cinerea, Bisciario, Marne con Cerrognia) risultano notevolmente alterati ed intensamente spiegazzati; estesi sono anche i fenomeni di clivaggio. Infatti in Località S.Vito, il Bisciario e le Marne con Cerrognia risultano avere immersione contraria (variabile fra i 20° e gli 85°) rispetto all'orientazione generale delle litologie. Il fenomeno va di fatto



interpretato come una locale complicazione tettonica (come precedentemente affermato), unitamente ad una possibile variazione di immersione verso NE dell'andamento generale degli strati.

Le arenarie della Formazione della Laga, a causa dell'ingente spessore degli strati e dell'elevata competenza geomeccanica degli stessi, risultano invece meno fratturate assumendo l'aspetto di una monoclinale con immersione verso Nord-Ovest. E' comunque da osservare un sistema tettonico articolato nella zona immediatamente a Est/Nord-Est di Quintodecimo nei pressi della localita' Novele e lungo la strada per la localita' Morrice. Tale sistema interessa i termini delle Marne con Cerrogna e Marne a Pteropodi nella porzione di paesaggio osservabile sul lato Nord dal ponte della SS4 di Quintodecimo con dinamica distensiva globale, andamento dei piani di faglia subverticale e rigetti compresi tra 2-4m fino a 20m lungo le lineazioni osservate. Altre strutture tettoniche interessano invece i termini U2 della formazione della Laga in localita' Novele e lungo la strada per Morrice e' anch'essi globalmente distesivi con elevata inclinazione (subverticale) e rigetti dell'ordine di 2-10m.

4. GEOMORFOLOGIA

Dal rilevamento effettuato in sito emergono delle problematiche che riguardano soprattutto il dissesto idrogeologico, che coinvolge la zona posta in destra idrografica rispetto al Tronto.

L'attuale conformazione del paesaggio è frutto di tutti i processi morfogenetici che si sono instaurati in concomitanza con la completa emersione dell'area. L'alternanza di condizioni climatiche di biostasia e resistasia ha provocato lo smembramento della morfologia superficiale, per opera di processi di erosione areale alternati a fenomeni di erosione lineare entrambi legati all'azione delle acque correnti superficiali. Si sono pertanto innescati processi fluvio-denudazionali che hanno modificato l'originale morfologia fino a fargli assumere l'attuale configurazione.

In condizioni di resistasia (climi aridi) ha prevalso il fenomeno del crioclastismo, che a sua volta ha prodotto grandi quantità di detriti che si riversavano nei fondivalle alluvionali, ove predominavano eventi esondativi per opera delle acque fluviali. Il risultato finale è la creazione dei terrazzi alluvionali e di superfici di spianamento relitte, in seguito rimodellate ed obliterate dai processi di versante.

In condizioni di biostasia (climi umidi) predominavano i processi di incisione lineare del paesaggio, con formazione di forre e di scarpate fluviali.

L'effetto ultimo delle alternanze climatiche è un andamento del paesaggio "a gradoni", di fatto esaminabile in destra e sinistra idrografica, che consta di scarpate strutturali ad elevata pendenza di contro a superfici subpianeggianti. Tali superfici si impostano su litologie a maggiore erodibilità, quali gli orizzonti pelitici che si intercalano ai banchi arenacei della Formazione della Laga e ai termini prevalentemente marnosi afferenti alle Marne a Pteropodi. Più in generale, essendo l'immersione degli strati non parallela alla direzione dell'asta fluviale ma "obliqua", si hanno morfologie a cuestas su entrambi i versanti, vale a dire in destra e sinistra idrografica rispetto al Tronto. Il contrasto delle peculiarità geomeccaniche fra le diverse litologie ha determinato rilievi dissimmetrici, con i versanti orientali più acclivi rispetto a quelli occidentali e superfici sub-strutturali immergenti verso Nord-Ovest.

I terrazzi alluvionali sono costituiti prevalentemente da ghiaie eterometriche non cementate in matrice sabbiosa. Pertanto, il F.Tronto ha inciso l'anticlinale dando origine ad un basso morfologico laddove presente un alto strutturale (non conformità struttura-morfologia). Al momento le ripide scarpate entro cui scorre fanno presupporre una fase di approfondimento dell'alveo.

In generale i processi morfogenetici hanno agito in maniera selettiva, condizionati nella loro evoluzione dall'"influenza strutturale" (giacitura degli strati, caratteristiche geomeccaniche, spessore degli strati, ecc.). Pertanto frequenti sono le scarpate strutturali impostate sulle litologie più competenti (membro calcareo delle Marne con Cerrogna), oppure sulle bancate arenacee della Formazione della Laga. La differenza di competenza fra i diversi litotipi in affioramento ha prodotto, sempre per erosione selettiva, la creazione di "superfici ad influenza strutturale" come quelle impostate sulle Marne a Pteropodi, le quali danno luogo a vere e proprie "rotture del pendio" tramite superfici sub-pianeggianti che modificano sostanzialmente la morfologia.

La “struttura” ha anche notevolmente condizionato la tipologia dei fenomeni di versante, innescando diverse tipologie di frana in relazione alla litologia sulla quale si sono impostate e alla giacitura degli strati. Particolare attenzione va posta alla destra idrografica del Tronto: l'erosione al piede del versante ha provocato una variazione nelle tensioni tangenziali con conseguente innesco di fenomeni franosi talvolta di notevole portata, laddove la giacitura a franapoggio ha predisposto il pendio a movimenti di massa.

Dall'analisi delle foto aeree sono state individuate diverse tipologie di frana con differente stato di attività.

L'associazione arenacea, con banchi di arenaria medio-grossolana spessi 1 – 20m in alternanza con livelli decimetrici di marna-argillosa o argillite, è interessata dalla presenza di superfici di debolezza preesistenti rappresentate, appunto, dai livelli pelitici a bassa competenza in contrasto con le caratteristiche meccaniche delle bancate di arenaria. I piani di strato argillosi fungono da “cuscinetto” plasticizzandosi al contatto con l'acqua e favorendo lo scivolamento dei sovrastanti strati arenacei. L'esistenza di lineazioni tettoniche o di fratture ortogonali alla direzione di massima pendenza del versante, può innescare lo scorrimento e la traslazione delle bancate di arenaria disposte a franapoggio, sui livelli pelitici dando origine a superfici di rottura di neoformazione al di sopra di piani di debolezza preesistenti. Il deposito di frana così prodotto è soggetto a successive mobilitazioni per rotolamento di blocchi e/o colate di detrito: il risultato finale è una “frana di origine complessa” come quella osservabile in sinistra idrografica del fosso “I Valloni” in prossimità del Km176 della S.S. Salaria.

Quanto descritto è in accordo con le osservazioni di campagna che hanno messo in evidenza la presenza di paleofrane di “scivolamento” di grandi dimensioni, che interessano il centro abitato di Quintodecimo ed il versante destro del fosso Rio Noce Ardeana.

Particolare attenzione va prestata alla frazione Quintodecimo impostata su una paleofrana, che l'attività antropica ha rimodellato in un pendio a “gradoni” sul quale è sorto il centro abitato. Dal rilievo effettuato è emersa la presenza di una lineazione tettonica con direzione N100-130E, che ha creato una zona di fratturazione su cui si è impostata la nicchia di frana di scivolamento.

Seppur il grado di vegetazione dei suddetti corpi franosi faccia presumere uno stato di attività quiescente, si è preferito considerarle attive data la pericolosità del processo e l'entità del materiale coinvolto. Per quanto riguarda lo spessore del deposito, dall'analisi delle foto aeree non è possibile stimare l'altezza delle scarpate dal momento che lo strumento per la lettura esaspera la terza dimensione. In sito il grado di vegetazione non consente di valutare, con sufficiente approssimazione, l'entità del materiale coinvolto: in prima istanza si prevede che possa aggirarsi in un “range” variabile fra i 30-60m. Le dimensioni del materiale detritico che costituisce il corpo di frana sono variabili dai blocchi di dimensioni metriche, fino alle coltri limoso-sabbiose.

In particolari condizioni quali l'erosione per operazioni di scavo al piede del versante con conseguente disequilibrio delle tensioni tangenziali, oppure l'innesco di vibrazioni in fase di esecuzione della galleria, non si esclude che i sopra citati movimenti di versante possano riattivarsi.

Frequenti sono altresì i fenomeni del tipo “colata di detrito”, particolarmente diffusi ad Ovest di Favallanciana, anch'essi in destra idrografica rispetto al corso d'acqua. La giacitura a franapoggio degli strati ha creato una condizione favorevole allo smantellamento delle formazioni in posto, determinando notevoli spessori delle coltri poi mobilizzate per opera degli agenti gravitativi.

Notevole è la presenza di fossi e vallecole d'erosione concentrata, che convogliano le proprie acque al F.Tronto. Particolare attenzione va prestata al Rio Garrafo, affluente di destra del Tronto, che ha inciso la Scaglia Cinerea fino a portarla in affioramento. Attualmente l'alveo presenta segni evidenti di approfondimento, testimoniato dalle ripide scarpate fluvio-denudazionali.

In generale il reticolo idrografico è molto sviluppato e ad elevata gerarchizzazione, segno evidente della tendenza dell'acqua al ruscellamento su litotipi a scarsa permeabilità, rispetto all'infiltrazione della stessa.

5. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

CARATTERI IDROGEOLOGICI GENERALI

Questo paragrafo si avvale di nozioni provenienti da studi già effettuati in zona dall'Istituto di Ricerca Ambientale CSA di Rimini.

Le litologie affioranti sono state inserite in una carta delle permeabilità in grado di raggruppare litotipi omogenei sotto l'aspetto idrogeologico, individuando *complessi acquiferi* e livelli relativamente impermeabili (*acquicludes*) come di seguito elencato:

Arenarie Mioceniche (complesso acquifero, permeabilità media)

Appartengono al Flysch della Laga e sono costituite da arenarie in strati da spessi a molto spessi (da 1.00 a circa 20.00m), cui s'intercalano comparti argillosi di spessore sottile. Il complesso è dotato di permeabilità media per fratturazione e subordinatamente per porosità, dando origine ad un grande acquifero multifalda.

Marne oligo-mioceniche (acquiclude intermedio, permeabilità bassa)

Questo complesso idrogeologico comprende le Marne a Pteropodi, le Marne con Cerrognna, il Bisciario e più in basso la Scaglia Cinerea e variegata. E' utile ricordare che la Scaglia Cinerea affiora solo nell'alveo del Rio Garrafo.

La permeabilità è bassa, localmente media per fessurazione (membro calcareo delle Marne con Cerrognna). Quest'ultimo, vista la presenza al tetto e al letto di termini litologici scarsamente permeabili, si presume sia sede di acquiferi di modesta importanza idrogeologica.

Calcari Giurassici e Cretacei (acquifero principale)

Dotato di elevata permeabilità per fessurazione e carsismo, comprende la Scaglia Rossa e bianca, la Maiolica, la Corniola ed il Calcarea Massiccio.

Nell'area in esame non è presente in affioramento ma prospezioni sismiche dell'AGIP hanno evidenziato un ridotto spessore del Bisciario e della Scaglia Cinerea: in particolare, il Bisciario affiora nell'alveo del F.Tronto in prossimità delle Terme di Acquasanta.

Supponendo uno spessore ridotto sia della formazione del Bisciario che della sottostante Scaglia Cinerea ne consegue che i termini afferenti alla Scaglia Rossa, costituenti una delle rocce serbatoio appartenenti all'acquifero principale, siano stratigraficamente poco al di sotto dell'alveo fluviale. Il sistema di fratture attraversante le marne oligo-mioceniche (Marne a Pteropodi, Marne con Cerrognna, Bisciario, Scaglia Cinerea e variegata) che costituiscono l'acquiclude intermedio sovrastante l'acquifero principale, determina la risalita per artesianesimo e termoconvezione di acque calde e mineralizzate.



Difatti, i calcari mesozoici sono sede di un sistema carsico ad acque termali, mineralizzate per lisciviazione di rocce solfatiche (Anidriti di Burano).

Anidriti (acquiclude basale)

Dotate di permeabilità bassa le Anidriti di Burano rappresentano l'acquiclude principale e il complesso litologico di mineralizzazione delle acque termali di Acquasanta Terme.

Foto 1 Emergenze idriche in prossimità della S.P.70 per Pozza, al contatto fra i travertini e le Marne con Cerrogna

Travertini (acquifero secondario, permeabilità alta)

Danno luogo ad un complesso acquifero dotato di elevata permeabilità primaria vista, la notevole porosità delle concrezioni. In prossimità del bivio per Case Roccolo sulla S.P.70 Pozza, è possibile osservare emergenze idriche di acque carbonatiche concrezionanti, poste al contatto fra i travertini permeabili e le Marne con Cerrogna costituenti livello di base.

Data l'esigua continuità spaziale, i travertini non si possono considerare area di ricarica tale da dare origine ad importanti manifestazioni sorgive a regime idrologico permanente.

Depositi di frana (permeabilità medio-alta)

Costituiti da sedimenti molto eterogenei (dai grossi blocchi, ai sedimenti più fini), si presume possano essere sede di acquiferi arealmente limitati data la variabilità sia in senso verticale che orizzontale della facies, che pone a contatto depositi caotici e con peculiarità sedimentologiche primarie molto differenti.

COMPLESSO TERMALE DI ACQUASANTA

Come già accennato i calcari Giurassici e Cretacei (acquifero principale) costituiscono la "roccia serbatoio", seppur la composizione chimica delle acque suggerisce le Anidriti di Burano come complesso litologico di mineralizzazione

L'analisi del chimismo delle acque evidenzia una prevalente composizione solfato-calcica e clorurata, con presenza di acido solfidrico ed altri ioni poco comuni a testimonianza della lisciviazione di rocce solfatiche. Quest'ultime, individuabili nelle Anidriti di Burano, sono poste a circa 2000m alla base della sequenza Umbro-Marchigiana; qui le acque si mineralizzano e si riscaldano a causa della circolazione profonda, per poi risalire per termoconvezione ed artesianesimo lungo le lineazioni tettoniche di impostazione del talweg del Fiume Tronto.

Prospezioni geofisiche compiute dall'AGIP rilevano una forte elisione tettonica (osservabile anche dagli affioramenti presenti) ed un'evidente sovrapposizione dei termini della successione Umbro-Marchigiana. Ciò comporta l'eliminazione delle litologie marnose che costituiscono gli acquicludes minori (ad esempio le Marne a Fucoidi), ponendo in contatto idrogeologico il complesso acquifero dei calcari giurassici (Calcare Massiccio, Corniola etc.) con quelli Cretacei della Maiolica, Scaglia bianca e Rossa, entrambi appartenenti all'acquifero principale. Ciò consente la creazione di un unico vasto serbatoio in condizioni artesiane, poiché sovrastato dall'acquiclude intermedio delle marne oligo-mioceniche (Marne a Pteropodi, Marne con Cerrogna, Bisciario e più in basso la Scaglia Cinerea e variegata).

In particolare l'analisi idrometrica delle sorgenti, rende chiaro come i valori delle portate misurate non siano congruenti con quelli dell'infiltrazione efficace realizzabile nell'intorno dell'area oggetto di studio (circostanza confermata sperimentalmente dai bassi valori di permeabilità ottenuti nelle citate prove Lugeon). Si presume, pertanto, che l'area di ricarica delle falde possa individuarsi nelle sequenze carbonatiche dei M.ti Sibillini (M.Vettore, Piani di Castelluccio). Qui la diffusione dei fenomeni carsici determina elevati valori di infiltrazione efficace delle acque ($l_e > 500$ mm), che alimentano l'acquifero principale rappresentato dai calcari cretacei (Maiolica, Scaglia Bianca e Rossa) in contatto idrogeologico con quelli giurassici (Calcare Massiccio, Corniola).

E' importante ripetere che la forte elisione tettonica subita dai termini marnosi oligo-miocenici dell'acquiclude intermedio (Marne a Pteropodi, Marne con Cerrogna, Bisciario e più in basso la Scaglia Cinerea e variegata), ha comportato una notevole riduzione negli spessori del Bisciario e dalla Scaglia Cinerea. La profonda incisione operata dal Fiume Tronto ha fatto in modo che il Bisciario affiori in alveo; ne consegue la possibilità che l'acquifero principale possa trovarsi a profondità piuttosto ridotte al di sotto dell'alveo fluviale. La presenza di faglie che attraversano sia l'acquiclude intermedio che l'acquifero principale, rende possibile la risalita di acque calde per artesianesimo e termoconvezione. La dimostrazione che tale fenomeno avviene oramai da decine di migliaia di anni è da ricercarsi nella deposizione degli ingenti quantitativi di travertino osservabili in destra idrografica.

CIRCOLAZIONE NEL COMPLESSO DELLE ARENARIE DELLA LAGA

Discorso a parte va fatto per il complesso acquifero delle Arenarie della Laga.

Difatti le arenarie non danno origine ad un'unica falda principale di fondo, come nei litotipi calcarei, ma immagazzinano le acque meteoriche in un fitto reticolo di fratture beanti, da cui la genesi di falde poste topograficamente a varie quote, sostenute dai livelli argillosi impermeabili.

Vista la profonda incisione prodotta da fossi e corsi d'acqua presenti e di conseguenza i dislivelli fra versanti e fondivale, la circolazione sotterranea viene a giorno facilmente, dando luogo a numerose sorgenti di contatto arealmente piuttosto frequenti. Le acque vengono a giorno a diverse quote, secondo il modello degli acquiferi multifalda, con portate spesso contenute e variabili da alcuni decilitri ad alcuni litri al secondo.

Discorso a parte va compiuto per quelle sorgenti definite di frattura, con portate elevate superiori alla media delle altre riguardanti il medesimo complesso idrogeologico. Queste emergenze



Foto 2 Emergenze idriche in sinistra idrografica del Fosso Novele, sulla strada che conduce alla medesima Località

sono tipiche di settori interessati da disturbo tettonico per faglia: le acque si infiltrano nelle fratture e sono drenate in profondità originando, specie se il sistema di fratturazione ha direzione sub-parallela a quella della valle, le sorgenti ubicate a più basse quote. E' il caso ad esempio della sorgente di Novele ($Q = 2 \text{ l/sec}$), come visibile dalla corografia dei punti di misura, che porta a giorno l'acqua che si infiltra nell'area interessata da disturbo tettonico, ubicata ad Est della frazione Novele.

Le faglie, ad andamento appenninico, hanno direzione subparallela a quella dell'asta del fosso, come osservabile dalla tavola geologico-geomorfologica allegata.

Il Fosso di Novele riveste un ruolo di rilievo poiché, nell'area in questione, rappresenta il livello di base dell'acquifero del complesso delle Arenarie della Laga. Il corso d'acqua scorre incassato nelle torbiditi arenacee, erose fin quasi al passaggio stratigrafico con le Marne a Pteropodi sottostanti, dotate di scarsa permeabilità e costituenti livello di base della circolazione idrica delle arenarie, con ruolo di sostegno di eventuali falde basali.

In alcuni compartimenti, le coperture detritiche depositate ed il substrato marnoso alterato e fratturato consentono un'apprezzabile infiltrazione delle acque di ruscellamento, con creazione di

modeste falde ed espressioni sorgive di acque con temperature vicine a quelle esterne, vista la superficialità del percorso sotterraneo.



Foto 3 Particolare delle Arenarie affioranti nell'alveo del Fosso Novele

CARATTERI IDROMETRICI E CHIMICO-FISICI DEL DEFLUSSO SORGIVO SUPERFICIALE

Al fine di estrapolare una carta delle permeabilità, si è partiti dall'analisi del sistema idrogeologico generale, ritenendo opportuno in questa fase considerare anche il deflusso sorgivo al fine di valutare la vulnerabilità delle

risorse idriche presenti e le peculiarità idrogeologiche dei siti in questione.

Allo scopo di possedere dati sufficienti per considerazioni di carattere generale, si è esaminata un'area abbastanza estesa nell'intorno del Fiume Tronto e dei suoi affluenti, così da possedere un quadro completo delle peculiarità dei bacini idrografici impostati sulle diverse litologie in affioramento.

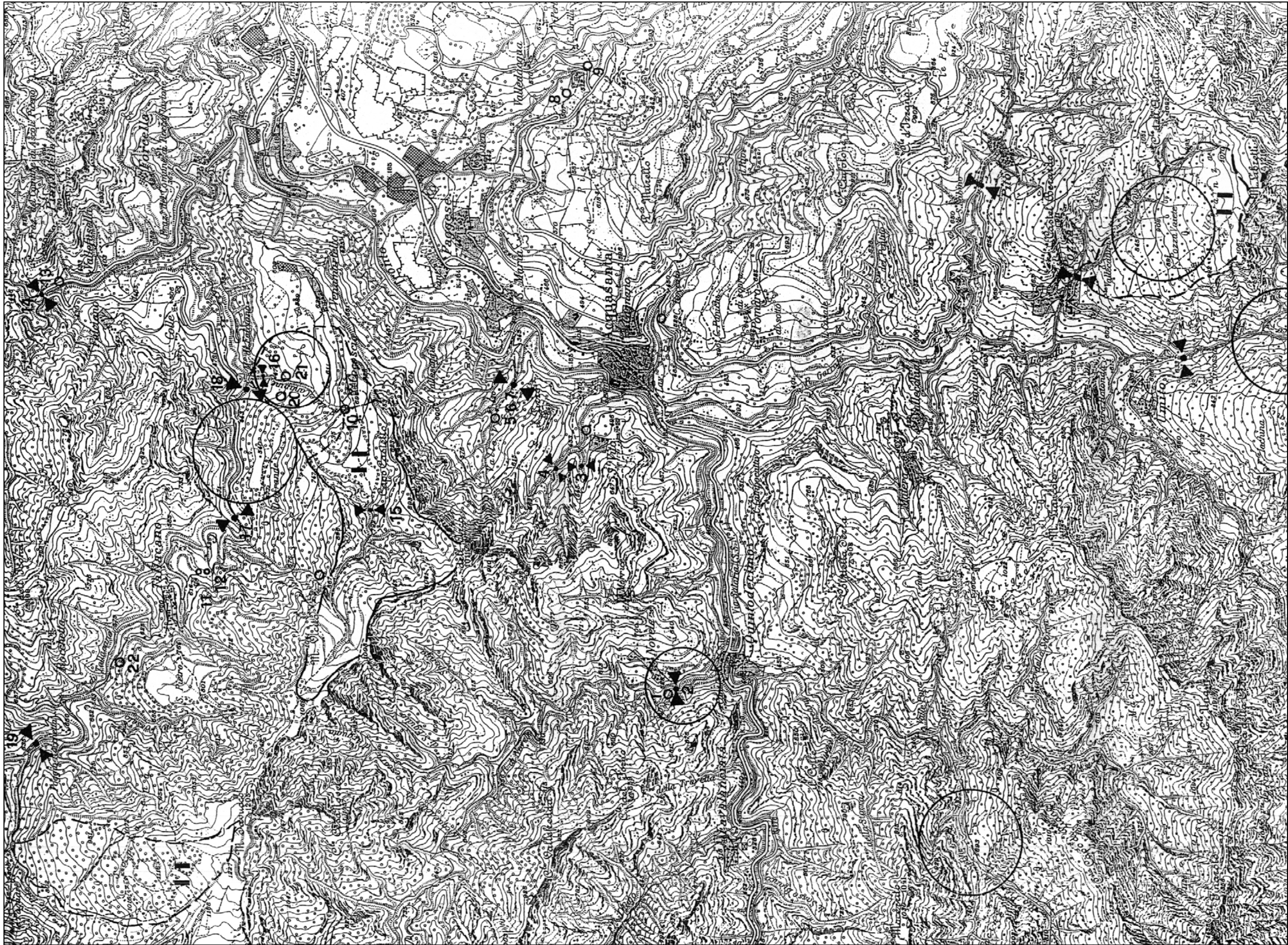
In prima istanza sono stati esaminati i dati idrometrici, provenienti da studi già effettuati in zona dalla CSA di Rimini, di alcuni bacini-tipo relativi sia ai termini litologici appartenenti alla Formazione della Laga, sia a quelli più marnosi (marne a Pteropodi, Marne con Cerrognna, Bisciario).

Le misure di portata sono state compiute su una decina di fossi e torrenti nei giorni immediatamente a seguire le precipitazioni atmosferiche, e dopo circa una settimana di assenza di precipitazioni. Gli studi hanno portato alla discriminazione della componente superficiale (ruscellamento e deflusso nei suoli), dal deflusso idrico più profondo.

I bacini investigati dalla ricerca differiscono per alcune importanti peculiarità idrologiche di seguito elencate:

- quota: alle quote più elevate l'evapotraspirazione è inferiore mentre il deflusso totale è maggiore, dal momento che risente degli apporti idrici dilazionati nel tempo provenienti dallo scioglimento delle nevi
- litologia: la ricerca effettuata dalla CSA ha preso in considerazione i bacini Fosso il Rio/Fosso Matrisciano impostati sui litotipi marnosi (Scaglia Cinerea e Marne con Cerrognna), verificandone le differenze del Contributo Specifico (Q_{spec} in l/sec/Kmq) rispetto a quelli relativi alle Arenarie della Laga.
- acclività: i bacini caratterizzati da maggiori dislivelli e forte acclività hanno elevate velocità di ruscellamento e deflusso ipodermico nei suoli, a differenza di quelli meno acclivi ove l'infiltrazione profonda è maggiore.

Di seguito si riporta la corografia dell'area con i punti di misura unitamente alle tabelle relative ai dati esaminati



Tab 1 Determinazioni idrometriche e chimico-fisiche sui corsi d'acqua e sulle sorgenti

Determinazioni del 19/04/2001

Sorg./Fosso	Nome	Quota	Portata l/sec.	Temp. Aria	Temp.acqua	Cond. Elettrica $\mu\text{s/cm}$
1 (A)	Sorg. Novele	420	2	9	13	458
2 (B)	Fosso Novele	410	150	9	8,3	433
3 (C)	Fosso S. Vito Sud	520	2	14,2	13,1	604
4 (D)	Fosso S. Vito Nord	550	secco			
5 (E)	Fosso V.Vico alto	400	2	12,5	13	690
6 (F)	Fosso V.Vico medio	390	3,5	12,5	12,2	645
7 (G)	Fosso V.Vico basso	360	6,5	12,5	12,3	626
8 (H)	Sorgente bassa Valledacqua	500	1	13,2	15	620
9 (I)	Sorgente alta Valledacqua	520	1	13,2	12	547
10 (J)	Fosso Canapine alto	650	8	12,5	10,4	331
11 (K)	Sorgente Tallacano A	590	2	12,5	11,8	433
12 (L)	Sorgente Tallacano B	590	2	12,5	11,3	425
13 (M)	Sorgente Vallefusella	410	0,5	12,4	13,9	574
14 (N)	Torrente Piandelloro	410	200-300			

Determinazioni del 30/04/2001

Sorg./Fosso	Nome	Quota	Portata l/sec.	Temp. Aria	Temp.acqua	Cond. Elettrica $\mu\text{s/cm}$
1 (A)	Sorg. Novele	420	2	16	12,7	550
2 (B)	Fosso Novele	410	35			
11 + 12 (K)+(L)	Sorgenti Tallacano A + B	590	0,4			
15 (O)	Cascata Cocoscia	790	0,5	18	15,5	480
16 (P)	Fosso Canapine mulino	420	8	20	11,4	570
10 (J)	Fosso Canapine alto	650	0,5	18	11,6	575
17 (Q)	Fosso Tallacano bivio	460	120	21	12,4	530
18 (R)	Fosso Tallacano mulino	420	155	20	12,8	540
19 (S)	Fosso Tallacano alto	630	40			
20 (T)	Sorgente mulino	440	4	18	10,8	540
21 (U)	Sorgente Fosso Canapine	430	3,00-4,00	18	11	560
22 (V)	Sorgente Tallacano	600	0,6	17	12,8	530

Tab 2 Contributi specifici dei bacini torrentizi ($Q_{\text{spec.}}$)

Bacino	Superficie (Kmq)	Portata (l/ sec)	Q spec (l/s/Kmq)	Note
Fosso di Novele	10	35	3.5	Presso sorgente
Fosso di Tallacano alto	6.0	40	6.6	Ponte per Rocchetta
Fosso di Tallacano mulino	12.0	155	13.0	
Portata differenziale F. di Tallacano	2.5	35	14.0	Tra le sez. bivio e mulino
Fosso Canapine mulino	1.6	7.5	4.7	
Il Rio/Matrisciano	4.0	7.0	1.75	Bivio per Cagnano
Fosso Faete	2.4	7.4	3.10	Bivio per Pito
F. del Lupo + F. Zà	1.2	6.5	5.4	Ponte di Pozza
Rio Secco	3.2	45	14.0	Strada Pozza-Umito

Dall'analisi dei dati riportati scaturiscono le seguenti considerazioni:

- I bacini impostati sulle litologie marnose hanno bassi valori del Q_{spec} (1.75 – 3.10 l/sec/Kmq), a differenza di quelli impostati sulle arenarie che forniscono più elevati valori del Q_{spec} (3.5 – 14.00 l/sec/Kmq, con valori medi intorno ai 5.00-7.00 l/sec/Kmq). Questo dato è indicativo del grado di permeabilità molto ridotto nei terreni marnosi rispetto a quelli arenacei. Pertanto sui litotipi afferenti la Formazione della Laga l'infiltrazione è relativamente favorita, rispetto ai termini appartenenti alle marne oligo-mioceniche.

- Prendendo in esame bacini pertinenti la stessa litologia (Arenarie della Laga), si osserva che quelli ubicati a quote più elevate hanno alti contributi specifici. Di seguito se ne elencano alcuni.

- a) Il Rio Secco di Località Umito (affluente del Rio Garrafo, 3.2Kmq, circa 1100m s.l.m.) presenta elevati valori di Q_{spec} (14.00 l/sec/Kmq) e 7 sorgenti captate.
- b) Il bacino di Località Pozza (Fosso del Lupo e Fosso Zà, 1.2Kmq, circa 900m s.l.m.) mostra valori di superficie, quota, acclività e Q_{spec} (5.40 l/sec/Kmq) inferiori e 4 sorgenti captate. Se da un lato la minore acclività del bacino favorisce l'infiltrazione e il deflusso sotterraneo a discapito del ruscellamento, dall'altro fattori climatici (la presenza di neve sul bacino del Rio Secco) hanno condizionato notevolmente i valori delle portate specifiche.
- c) I bacini del Fosso di Novele (Q_{spec} 3.5 l/sec/Kmq) e del Fosso di Tallacano (Q_{spec} 13.00 l/sec/Kmq) hanno estensione e quote simili, ma il secondo ha un'acclività minore a favore dell'infiltrazione delle acque rispetto al deflusso idrico superficiale. Per quanto riguarda il Fosso di Tallacano, gli strati arenacei della dorsale del M.te Vicito subiscono una flessione con conseguente immersione convergente verso l'asta torrentizia, favorendo il drenaggio delle acque da parte del corso d'acqua. Il Fosso di Tallacano ha inoltre un fondovalle più inciso, che scorre a quote inferiori

rispetto a quello di Novele e con un maggior numero di falde a varie quote, sostenute dai livelli argillosi impermeabili. Pertanto la circolazione sotterranea viene a giorno facilmente, dato il dislivello fra il versante e il fondovalle, dando luogo a numerose emergenze idriche.

Secondo l'aspetto chimico-fisico, le acque recapitate dalle emergenze idriche più superficiali esaminate presentano una bassa conducibilità (350-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e temperature prossime a quelle atmosferiche relative al periodo considerato (13-14°C con temperature dell'aria pari a 15-18°C nell'ultima decade di Aprile). Le sorgenti che recapitano acque a circolazione idrica più profonda, hanno valori di conducibilità maggiori (500-550 $\mu\text{S}/\text{cm}$) e temperature più basse prossime a quelle atmosferiche dell'area di alimentazione e ricarica delle sorgenti stesse (11.5-12°C).

CHIMISMO DELLE ACQUE PROFONDE E CARATTERI MICROBIOLOGICI

Al fine di una più chiara definizione delle caratteristiche idrogeologiche nell'intorno di Acquasanta Terme, è utile espletare considerazioni sulle peculiarità chimico-fisiche delle acque che insistono sul territorio in questione, distinguendo quelle di origine profonda (acque termali ed ipotermali affioranti nell'alveo del Tronto) da quelle provenienti da circolazioni idriche più superficiali (fossi e torrenti, acque sorgive provenienti dai bacini idrici minori della zona).

Nel paragrafo "5.2 Caratteristiche del deflusso sorgivo superficiale", sono state illustrate le peculiarità fisico-chimiche delle acque la cui circolazione può ritenersi "superficiale": in questo paragrafo si intende trattare delle acque calde e mineralizzate, la provenienza delle quali può con ragionevolezza essere assimilata a circuiti idrici profondi.

Dall'esame delle analisi chimiche delle acque effettuate dalla CSA di Rimini, si possono esprimere pareri circa il chimismo e sulla qualità.

In linea generale tutte le acque esaminate provengono da circolazioni idriche profonde, anche se con contenuti salini (residuo fisso a 180°) diversi, poichè dalle analisi chimiche emerge la possibile appartenenza a due circuiti idrogeologici distinti e tali da provocare l'arricchimento in sali o la diluizione tramite miscela con acque dolci più superficiali.

Le acque pertanto possono essere distinte in due categorie:

- Acque termali a 30-45°C (Lago interno la grotta – Acqua di scarico terme) clorurato-sodiche, solfato-solfidriche con elevati valori di acido borico e nitrati, potenziale di ossidoriduzione positivo.
- Acque ipotermali 20-30°C (S. Maria – acqua di Luco) clorurato-sodiche, solfato-alcaline, solfidriche con caratteri alcalino-terrosi maggiori delle precedenti

Di seguito si riportano le schede relative alle analisi chimiche:



Istituto di Ricerca

Dott.ssa Emma Cecchini
iscritta con il n. 31 all'Albo Regionale dei Chimici
C.F. CCC MME 25A41 A662J
P.I. 008 1888 0411

RAPPORTO DI PROVA N. 06338 del 18-10-99

Codice Studio: 99-001011

Committente: COMUNE DI ACQUASANTA TERME
Indirizzo committente: P.zza XX Settembre - ACQUASANTA TERME (AP)

Campionamento effettuato da: COMMITTENTE
Data consegna campione: 04-10-99

Denominazione campione: Acqua di scarico

Analisi N.:06338

Data inizio analisi: 04-10-99

Data fine analisi: 18-10-99

Parametri	U.M.	Risultati
PH		7.69
Temperatura	°C	26.5
Conducibilità elettrica a 20 °C	µS/cm	4240
Potenziale di ossido-riduzione (REDOX)	mV	192
Residuo fisso a 180 °C	mg/l	2620
Ossidabilità secondo Kubel (O ₂)	mg/l	3.46
Durezza totale	°F	92.6
Ione idrocarbonico	mg/l	369
Ione cloruro	mg/l	965
Ione solfato	mg/l	561
Ione sodio	mg/l	590
Ione potassio	mg/l	27.7
Ione calcio	mg/l	268
Ione magnesio	mg/l	61.6
Ione ferro disciolto	mg/l	0.062
Ione fluoro	mg/l	1.0
Ione ammonio	mg/l	2.5
Grado solfidrometrico	mg/l	3.4
Ione stronzio	mg/l	4.09
Ione litio	mg/l	0.671
Ione bromo	mg/l	6.4
Ione Iodio	mg/l	0.21
Cianuri (CN ⁻)	mg/l	<0.006
Fenoli totali (C ₆ H ₅ OH)	µg/l	8
Fosfati totali (P)	mg/l	<0.05
Oli minerali disciolti o emulsionati	µg/l	<5
IPA (idrocarburi policiclici aromatici) totali	µg/l	<0.1
Pesticidi totali	µg/l	I.L.
Composti organoalogenati	µg/l	I.L.
PCB TOTALI	µg/l	<0.1
Ione arsenico	mg/l	0.013
Ione bario	mg/l	0.075

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (6 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45 (2 linee r.a.)
Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213219 - Reg. Prof. 363 Sec. Mista
E.mail info@csaricerche.com - Internet http://www.csaricerche.com

segue documento N. 06338

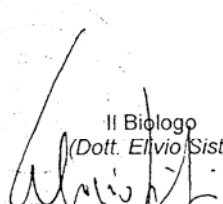


Istituto di Ricerca

Parametri	U.M.	Risultati
Borati (H ₃ BO ₃)	mg/l	21.6
ione cadmio	mg/l	<0.00005
ione cromo esavalente	mg/l	<0.010
ione mercurio	mg/l	0.00021
ione manganese	mg/l	0.0168
ione nitrico	mg/l	33.9
ione nitroso	mg/l	0.15
ione piombo	mg/l	<0.0007
ione rame	mg/l	<0.002
ione selenio	mg/l	<0.002
Computo delle colonie su Agar a 22 °C	UFC/ml	104
Computo delle colonie su Agar a 36 °C	UFC/ml	75
Coliformi totali	UFC/250ml	93
Coliformi fecali	UFC/250ml	4
Streptococchi fecali	UFC/250ml	15

U.M. = unità di misura

I.L. = inferiore al limite di rilevabilità


Il Biologo
(Dott. Elvio Sisti)


Il Chimico
(Dott. Ssa Emma Cecchini)

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione consegnato a questo Laboratorio
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del laboratorio

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (3 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45

Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213319 - Reg. Pref. 363 Sez. Mista

E.mail info@csaricerche.com - Sito Internet <http://www.csaricerche.com>



Dott.ssa Emma Cecchini
 iscritta con il n. 31 all'Albo Regionale dei Chimici
 C.F. CCC MME 25A41 A662J
 P.I. 008 1888 0411

RAPPORTO DI PROVA N. 06340 del 18-10-99

Codice Studio: 99-001011

Committente: COMUNE DI ACQUASANTA TERME
 Indirizzo committente: P.zza XX Settembre – ACQUASANTA TERME (AP)

Campionamento effettuato da: COMMITTENTE
 Data consegna campione: 04-10-99

Denominazione campione: Acqua Lago interno grotta

Analisi N.:06340

Data inizio analisi: 04-10-99

Data fine analisi: 18-10-99

Parametri	U.M.	Risultati
PH		7.35
Temperatura	°C	48
Conducibilità elettrica a 20 °C	µS/cm	8180
Potenziale di ossido-riduzione (REDOX)	mV	129
Residuo fisso a 180 °C	mg/l	5638
Ossidabilità secondo Kubel (O ₂)	mg/l	32.9
Durezza totale	°F	152
Ione idrocarbonico	mg/l	549
Ione cloruro	mg/l	2304
Ione solfato	mg/l	1058
Ione sodio	mg/l	1490
Ione potassio	mg/l	57.8
Ione calcio	mg/l	462
Ione magnesio	mg/l	88.4
Ione ferro disciolto	mg/l	2.55
Ione fluoro	mg/l	1.4
Ione ammonio	mg/l	5.48
Grado solfidrometrico	mg/l	16.1
Ione stronzio	mg/l	6.49
Ione litio	mg/l	1.706
Ione bromo	mg/l	13
Ione iodio	mg/l	0.43
Cianuri (CN ⁻)	mg/l	<0.006
Fenoli totali (C ₆ H ₅ OH)	µg/l	<5
Fosfati totali (P)	mg/l	<0.05
Oli minerali disciolti o emulsionati	µg/l	<5
IPA (idrocarburi policiclici aromatici) totali	µg/l	<0.1
Pesticidi totali	µg/l	I.L.
Composti organoalogenati	µg/l	I.L.
PCB TOTALI	µg/l	<0.1
Ione arsenico	mg/l	0.029
Ione bario	mg/l	0.060

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (6 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45 (2 linee r.a.)
 Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213219 - Reg. Prof. 363 Sez. Mista
 E.mail info@csaricerche.com - Internet http://www.csaricerche.com

segue documento N. 03340



Istituto di Ricerca

Parametri	U.M.	Risultati
Borati (H ₂ BO ₃)	mg/l	43.8
Ione cadmio	mg/l	0.00018
Ione cromo esavalente	mg/l	<0.010
Ione mercurio	mg/l	0.00045
Ione manganese	mg/l	0.0450
Ione nitrico	mg/l	68.4
Ione nitroso	mg/l	0.05
Ione piombo	mg/l	0.0014
Ione rame	mg/l	0.003
Ione selenio	mg/l	<0.002
Computo delle colonie su Agar a 22 °C	UFC/ml	118
Computo delle colonie su Agar a 36 °C	UFC/ml	92
Coliformi totali	UFC/250ml	21
Coliformi fecali	UFC/250ml	15
Streptococchi fecali	UFC/250ml	9

U.M. = unità di misura

I.L. = inferiore al limite di rilevabilità



Il Biologo
(Dott. Elvio Sisti)



Il Chimico
(Dott. ssa Emma Cecchini)

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione consegnato a questo Laboratorio
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del laboratorio

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (3 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45
Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213219 - Reg. Pref. 363 Sez. Mista
E.mail info@csaricerche.com - Sito Internet <http://www.csaricerche.com>



Istituto di Ricerca

RAPPORTO DI PROVA N. 06341 del 18-10-99

Codice Studio: 99-001011

Committente: COMUNE DI ACQUASANTA TERME
Indirizzo committente: P.zza XX Settembre – ACQUASANTA TERME (AP)

Campionamento effettuato da: COMMITTENTE

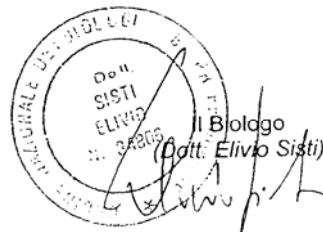
Data consegna campione: 04-10-99

Denominazione campione: Ramo laterale da grotta lunga a grotta nuova
Progressivo 57 Stillicidio

Analisi N.:06341 Data inizio analisi: 04-10-99 Data fine analisi: 18-10-99

Parametri	U.M.	Risultati
Computo delle colonie su Agar a 22 °C	UFC/ml	768
Computo delle colonie su Agar a 36 °C	UFC/ml	308
Coliformi totali	UFC/250ml	4
Coliformi fecali	UFC/250ml	Assenti
Streptococchi fecali	UFC/250ml	Assenti

U.M. = unità di misura



I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione consegnato a questo Laboratorio
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del laboratorio

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (6 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45 (2 linee r.a.)
Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213219 - Reg. Prof. 363 Sez. Misto
E.mail info@csaricerche.com - Internet http://www.csaricerche.com



Istituto di Ricerca

RAPPORTO DI PROVA N. 06342 del 18-10-99

Codice Studio: 99-001011

Committente: COMUNE DI ACQUASANTA TERME
Indirizzo committente: P.zza XX Settembre - ACQUASANTA TERME (AP)

Campionamento effettuato da: COMMITTENTE

Data consegna campione: 04-10-99

Denominazione campione: Grotta nuova scaturigine pozzo ingresso
Progressivo 57

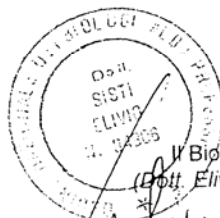
Analisi N.:06342

Data inizio analisi: 04-10-99

Data fine analisi: 18-10-99

Parametri	U.M.	Risultati
Computo delle colonie su Agar a 22 °C	UFC/ml	292
Computo delle colonie su Agar a 36 °C	UFC/ml	48
Coliformi totali	UFC/250ml	43
Coliformi fecali	UFC/250ml	43
Streptococchi fecali	UFC/250ml	9

U.M. = unità di misura



Il Biologo
(Dott. Elvia Sisti)

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione consegnato a questo Laboratorio
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del laboratorio

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (6 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45 (2 linee r.a.)
Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213219 - Reg. Prof. 363 Sez. Mista
E.mail info@csaricerche.com - Internet <http://www.csaricerche.com>

Dott.ssa Emma Cecchini
iscritta con il n. 31 all'Albo Regionale dei Chimici
C.F. CCC MME 25A41 A662J
P.I. 008 1888 0411



Istituto di Ricerca

Rimini, li 29/10/99

CERTIFICATO DI ANALISI

Studio: 9902415 del 20/10/99

Committente:

COMUNE DI ACQUASANTA TERME

Campionamento effettuato da: Dott. Farina il 20/10/99

P.zza XX Settembre
ACQUASANTA TERME (AP)

Codice campione: 9913164

Descrizione campione: Sorgente acqua S.Maria Polla a Valle

Parametri	Unità di misura	Risultati
pH	unità pH	6,82
Temperatura	°C	27,5
Conducibilità alla sorgente	µS/cm	3340
Ioduri	mg/l	0,08
Fluoro (F)	mg/l	5,4
Cloruri	mg/l	649
Solfati	mg/l	1326
Ammoniaca (ione ammonio)	mg/l	0,14
Nitrati	mg/l	< 0,5
Nitriti (ione nitrito)	mg/l	< 0,03
Sodio (Na)	mg/l	338
Potassio (K)	mg/l	23,4
Calcio (Ca)	mg/l	355
Magnesio (Mg)	mg/l	82,7
Ferro disciolto (Fe)	mg/l	0,012
Stronzio (Sr)	mg/l	5,52
Litio (Li)	mg/l	0,289
Bario (Ba)	mg/l	0,032
Acido bórico (H3BO3)	mg/l	11,7
Cadmio (Cd)	mg/l	< 0,00005
Cromo esavalente (Cr VI)	mg/l	< 0,010
Mercurio (Hg)	mg/l	< 0,00005
Manganese (Mn)	mg/l	0,024
Piombo (Pb)	mg/l	< 0,0007
Rame (Cu)	mg/l	< 0,002
Selenio (Se)	mg/l	< 0,002
Arsenico (As)	mg/l	0,004

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (6 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45 (2 linee r.a.)
Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213219 - Reg. Prof. 363 Sec. Mista
E.mail info@csaricerche.com - Internet http://www.csaricerche.com

Dott.ssa Emma Cecchini
iscritta con il n. 31 all'Albo Regionale dei Chimici
C.F. CCC MME 25A41 A662J
P.I. 008 1888 0411



Istituto di Ricerca

segue certificato del 29/10/99

Codice campione: 9913164

Parametri	Unità di misura	Risultati
Pesticidi totali	mg/l	I.L.
PCB	mg/l	< 0,001
Composti organoalogenati	mg/l	I.L.
Oli minerali I.R.	mg/l	< 0,005
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	---	---
Naftalene	mg/l	< 0,0001
Acenatilene	mg/l	< 0,0001
Acenaftene	mg/l	< 0,0001
Fluorene	mg/l	< 0,0001
Fenantrene	mg/l	< 0,0001
Antracene	mg/l	< 0,0001
Fluorantene	mg/l	< 0,0001
Pirene	mg/l	< 0,0001
Benzo[a]antracene	mg/l	< 0,0001
Crisene	mg/l	< 0,0001
Benzo[b]fluorantene	mg/l	< 0,0001
Benzo[k]fluorantene	mg/l	< 0,0001
Benzo[a]pirene	mg/l	< 0,0001
Indeno[1,2,3-cd]pirene	mg/l	< 0,0001
Dibenzo[a,h]antracene	mg/l	< 0,0001
Benzo[ghi]perilene	mg/l	< 0,0001

Note: I.L. = Inferiore al limite di rivelabilità

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio

Il Chimico

(Dott.ssa Emma Cecchini)

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (3 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45
Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213219 - Reg. Pref. 363 Sec. Mista
E.mail info@csaricerche.com - Sito Internet <http://www.csaricerche.com>



Istituto di Ricerca

Dott.ssa Emma Cecchini
iscritta con il n. 31 all'Albo Regionale dei Chimici
C.F. CCC MME 25A41 A662J
P.I. 008 1888 0411

RAPPORTO DI PROVA N. 06339 del 18-10-99

Codice Studio: 99-001011

Committente: COMUNE DI ACQUASANTA TERME
Indirizzo committente: P.zza XX Settembre - ACQUASANTA TERME (AP)

Campionamento effettuato da: COMMITTENTE
Data consegna campione: 04-10-99

Denominazione campione: Acqua Rio Garraffo

Analisi N.:06339

Data inizio analisi: 04-10-99

Data fine analisi: 18-10-99

Parametri	U.M.	Risultati
PH		8.61
Temperatura	°C	10.5
Conducibilità elettrica a 20 °C	µS/cm	263
Potenziale di ossido-riduzione (REDOX)	mV	185
Residuo fisso a 180 °C	mg/l	144
Ossidabilità secondo Kubel (O ₂)	mg/l	1.31
Durezza totale	°F	15.1
Ione idrocarbonico	mg/l	150
Ione cloruro	mg/l	15.9
Ione solfato	mg/l	16.5
Ione sodio	mg/l	5
Ione potassio	mg/l	1.08
Ione calcio	mg/l	40.8
Ione magnesio	mg/l	11.8
Ione ferro disciolto	mg/l	0.128
Ione fluoro	mg/l	0.02
Ione ammonio	mg/l	0.03
Grado solfidrometrico	mg/l	2.5
Ione stronzio	mg/l	0.115
Ione litio	mg/l	0.003
Ione bromo	mg/l	0.17
Ione iodio	mg/l	<0.002
Cianuri (CN ⁻)	mg/l	<0.006
Fenoli totali (C ₆ H ₅ OH)	µg/l	8
Fosfati totali (P)	mg/l	<0.05
Oli minerali disciolti o emulsionati	µg/l	<5
IPA (idrocarburi policiclici aromatici) totali	µg/l	<0.1
Pesticidi totali	µg/l	I.L.
Composti organoalogenati	µg/l	I.L.
PCB TOTALI	µg/l	<0.1
Ione arsenico	mg/l	<0.001
Ione bario	mg/l	0.020

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (6 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45 (2 linee r.a.)

Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213219 - Reg. Pref. 363 Sez. Mista

E.mail info@csnricerche.com - Internet http://www.csnricerche.com



Istituto di Ricerca

Parametri	U.M.	Risultati
Borati (H ₃ BO ₃)	mg/l	0.074
Ione cadmio	mg/l	<0.00005
Ione cromo esavalente	mg/l	<0.010
Ione mercurio	mg/l	0.00022
Ione manganese	mg/l	0.0128
Ione nitrico	mg/l	2.1
Ione nitroso	mg/l	0.04
Ione piombo	mg/l	0.0012
Ione rame	mg/l	<0.002
Ione selenio	mg/l	<0.002
Computo delle colonie su Agar a 22 °C	UFC/ml	1696
Computo delle colonie su Agar a 36 °C	UFC/ml	616
Coliformi totali	UFC/250ml	44
Coliformi fecali	UFC/250ml	35
Streptococchi fecali	UFC/250ml	240

U.M. = unità di misura

I.L. = inferiore al limite di rilevabilità



Il Biologo
(Dott. Elvio Sisti)



Il Chimico
(Dott. ssa Emma Cecchini)

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione consegnato a questo Laboratorio
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del laboratorio

Centro Studi Ambientali soc. coop. a r.l.

Via al Torrente, 22 - 47900 Rimini - Tel. 0541/79 10 50 (3 linee r.a.) - Fax 0541/79 10 45
Partita IVA 01736730407 - R.E.A. Forlì 213219 - Reg. Prof. 363 Sez. Mista
E.mail info@csaricerche.com - Sito Internet <http://www.csaricerche.com>

Dall'esame delle schede concernenti le analisi emergono le seguenti considerazioni:

ACQUE TERMALI

Acqua di scarico delle terme

Il PH è neutro (7.69), il potenziale di ossidoriduzione è negativo (-180 V), acido solfidrico (3.4 mg/l), cloruri (965 mg/l), sodio (590 mg/l) e calcio (568 mg/l), presenza elevata di nitrati (33.9 mg/l), acido borico (21.6 mg/l), bromo (6.4 mg/l). Sostanze organiche poco abbondanti (3.4 mg/l). Quest'acqua si identifica con quella del lago interno dalla quale deriva per diluizione.

Lago interno grotta

La concentrazione di acido solfidrico è più elevata (16.1 mg/l), cloruri (2304 mg/l), sodio (1490 mg/l) e calcio (462 mg/l), presenza ancora più elevata di nitrati (68 mg/l), acido borico (43 mg/l), bromo (13 mg/l). Elevato è il contenuto di sostanze organiche (33 mg/l), di nitrati (68.4 mg/l) e PH alcalino.

ACQUE IPOTERMALI

Acque di S. Maria e Acqua del pozzetto di Luco

Si identificano per il PH (6.32 e 6.70), per i più bassi contenuti di cloruri (750 e 1120 mg/l), di solfati (700 e 950 mg/l), di sodio (480 e 750 mg/l), di acido borico (11.1 e 15 mg/l), ammoniaca (1.6 e 3.0 mg/l) ed acido solfidrico (1.2 mg/l). I nitrati sono assenti, il potenziale di ossidoriduzione negativo ed il PH tende all'acidità. Il tenore in sostanze organiche è basso (1.2 mg/l).

Acqua del Garrafo

Presenta caratteristiche chimiche tipiche di un corso d'acqua montano. La conducibilità è poco elevata, cloruri e solfati bassi, sodio quasi inesistente e scarso tenore in nitrati (2.1 mg/l). Sono presenti solfuri (2.5 mg/l) e sostanze organiche in concentrazione modesta (1.3 mg/l).

GEOCHIMICA DELLE ACQUE RINVENUTE NEL SONDAGGIO S4 E LOGS TERMO-CONDUTTIVIMETRICI

Allo scopo di classificare sotto l'aspetto chimico-fisico le acque di falda entro il foro di sondaggio, sono stati eseguiti dei logs termo-conduttivimetrici all'interno del foro di sondaggio stesso ed in prossimità delle Terme, i cui dati sono stati poi confrontati. La relazione redatta dallo Studio Forlani di Morciano di Romagna, è di seguito allegata.

In data 26 e 27/05/2004 è stato nuovamente effettuato lo spurgo del piezometro sotto stretto controllo, a mezzo di sonda multiparametrica, dei parametri chimico-fisici.

La seconda fase dell'operazione ha comportato il prelievo di due campioni d'acqua, l'uno al fondo del piezometro l'altro in superficie.

I risultati delle analisi chimiche condotte dalla CSA di Rimini e relativa relazione, sono riportate nell'allegato al presente elaborato.

6. POSSIBILITÀ DI EMISSIONI GASOSE

La problematica della sicurezza nell'esecuzione degli scavi in galleria è correlata alle caratteristiche della roccia, nonché a norme di prudenza imposte e al rispetto delle norme generali di sicurezza, previste dalla legge.

Un elemento di rischio degli scavi in sotterraneo è rappresentato dall'eventuale presenza di gas con ipotesi di innesco di un evento incidentale incendiario.

La galleria è un ambiente confinato e negli ambienti confinati un incendio non contrastato nella fase iniziale può diventare incontenibile, facilitato dalle difficoltà di intervento immediato.

L'incendio non contrastato, inoltre, dà luogo ad elevate temperature ambientali che possono essere raggiunte in tempi molto brevi negli scavi.

Oltre al pericolo di esplosione non è sottovalutare la possibilità di inalazione di gas tossici anche se non infiammabili.

La combustione è una reazione chimica che sviluppa calore. In alcuni casi la stessa reazione genera manifestazioni visibili di fiamma e fumo. Gli elementi indispensabili per la combustione sono il combustibile, il comburente e l'energia calore. Costituenti chimici elementari dei combustibili sono il Carbonio, l'Idrogeno, l'Ossigeno, lo Zolfo. Le polveri, nei fenomeni di combustione, in base alla dimensione delle loro particelle ed alla umidità, possono agire come miscele gassose dando luogo a deflagrazioni.

La presenza di gas all'interno degli ammassi rocciosi è direttamente correlabile:

- alla decomposizione di materia organica con conseguente formazione di metano, grisou o altri gas
- alla presenza di cavità, condotti carsici all'interno dei quali i gas possono accumularsi

Le rocce affioranti nell'area in questione sono prevalentemente torbiditi arenacee e calcari marnosi.

In particolare le torbiditi presenti sono afferenti l'associazione arenacea della Formazione della Laga. La frazione pelitica e con essa il quantitativo di sostanza organica è molto ridotto.

Per quanto riguarda i calcari marnosi, la composizione mineralogica degli stessi non li predispone alla facile aggressione da parte di acque acide con conseguente difficile formazione di condotti e cavità carsiche.

Discorso a parte va fatto per la Scaglia Cinerea affiorante nell'alveo del Rio Garrafo: la presenza di faglie e fratture che mettono in comunicazione i calcari marnosi impermeabili con i termini litologici appartenenti all'acquifero principale, determina la risalita di acque calde solfuree. Queste sono in grado di aggredire la roccia creando condotti carsici. Ben note sono agli speleologi locali le grotte del Garrafo.

Le acque calde mineralizzate vengono a giorno nell'alveo del Fiume Tronto e studi condotti in zona non evidenziano risalite di acque solfuree lungo i versanti in sinistra idrografica, dal momento che il Tronto costituisce livello di base di tutta la circolazione idrica profonda.

Da quanto esposto non si prevede la possibilità di riscontrare condotti carsici all'interno dei terreni marnosi afferenti l'acquicluda oligo-miocenico.

D'altro canto l'associazione arenacea della Formazione della Laga, seppur interessata dalla presenza di fratture specie in Località Quintodecimo, ha una composizione mineralogica tale da far scongiurare l'accumulo di gas derivanti dalla decomposizione di sostanza organica.

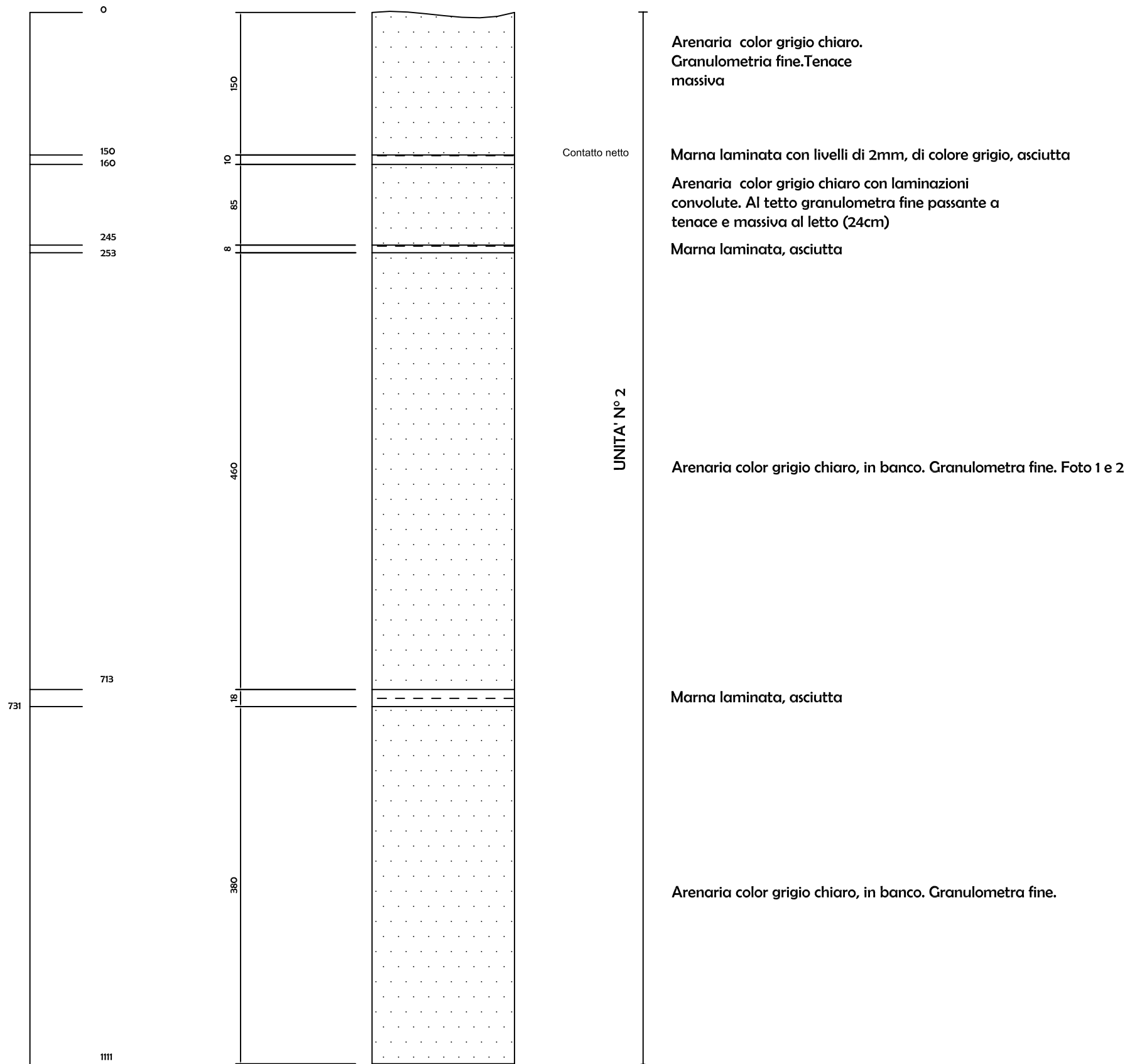
In definitiva per le litologie in questione non si presume la possibilità di emanazioni gassose in corso di scavi in galleria, seppur opportuni sensori deputati allo scopo saranno installati per la rilevazione di gas.

SCHEDA

SERIE STRATIGRAFICHE

SERIE STRATIGRAFICA N°1 (misure in centimetri)

U2



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA



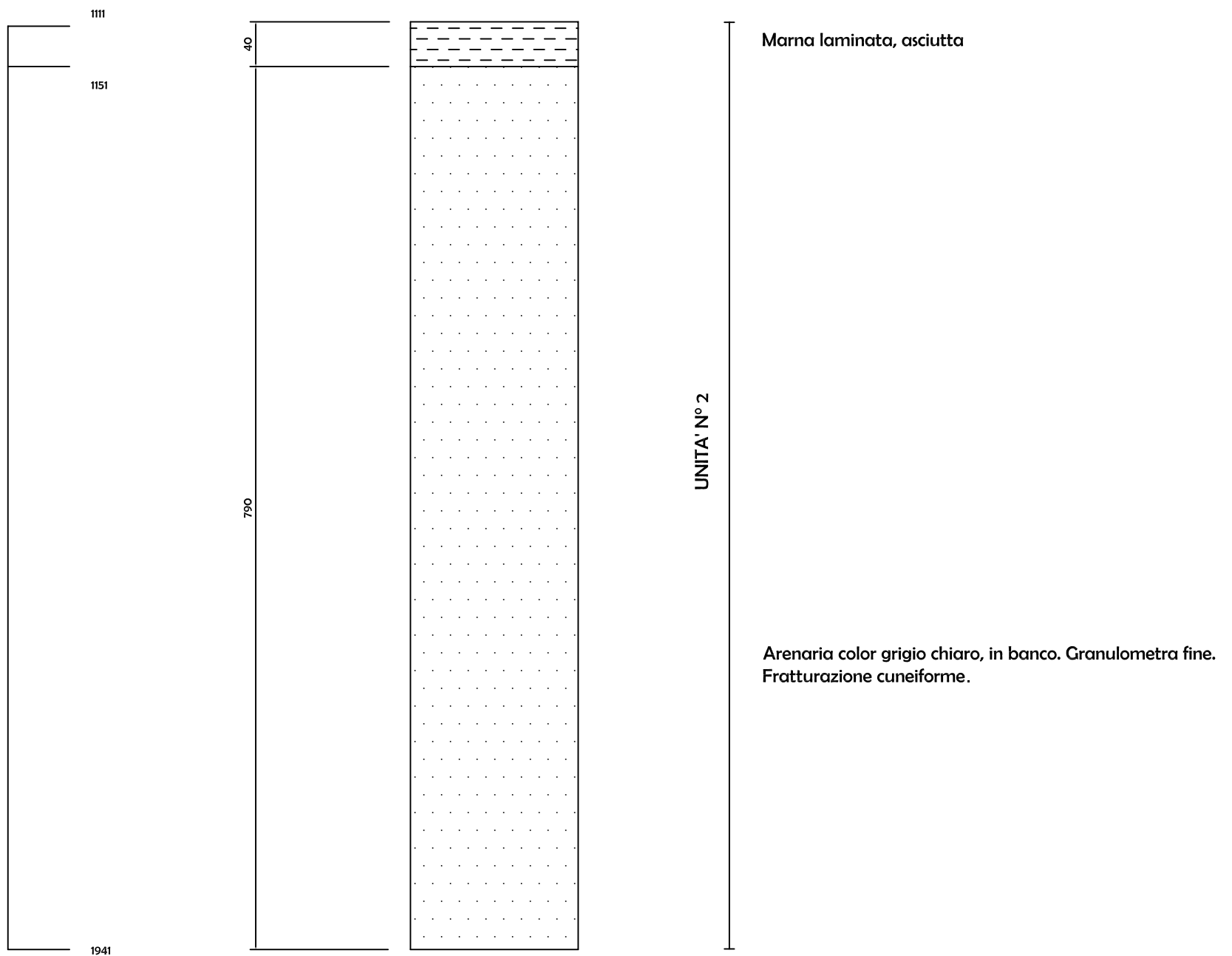
11.50

92%

8%

SERIE STRATIGRAFICA N°1 (misure in centimetri)

U2



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA



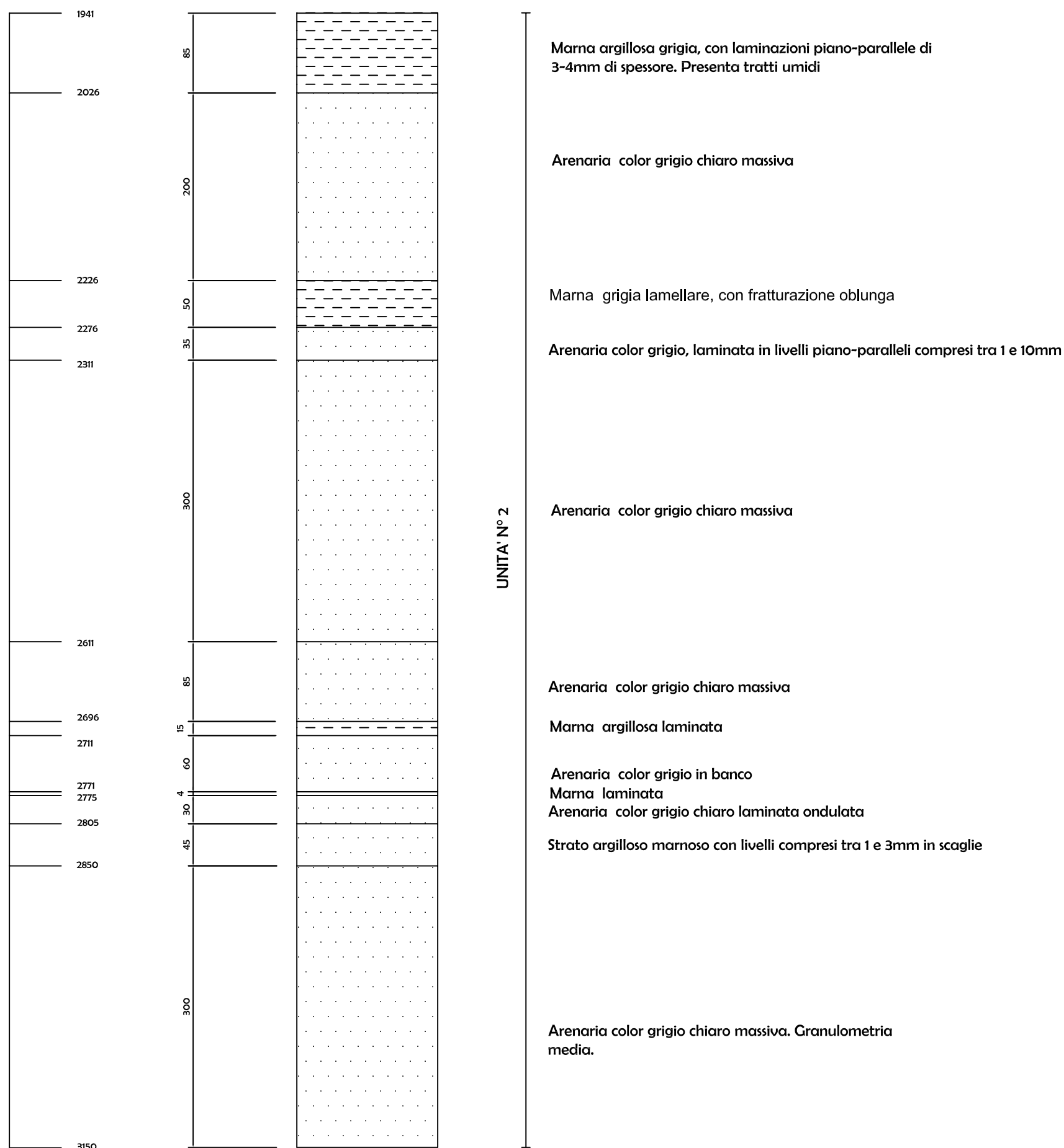
11.50

92%

8%

SERIE STRATIGRAFICA N°1 (misure in centimetri)

U2



UNITA' N° 2

RAPPORTO ARENARIA/MARNA

11.50

ARENARIA

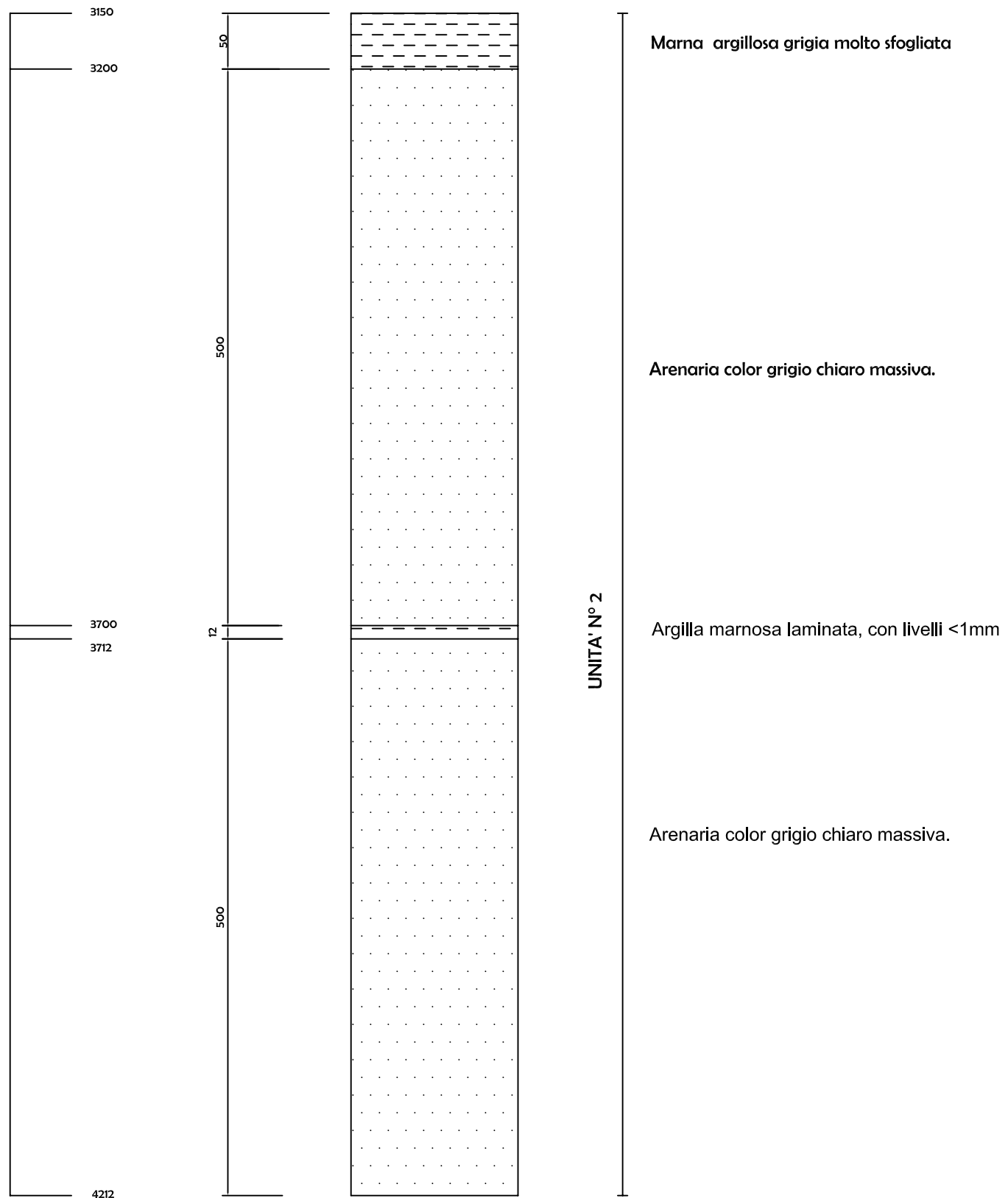
92%

MARNA

8%

SERIE STRATIGRAFICA N°1 (misure in centimetri)

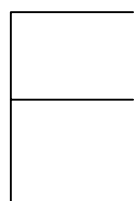
U2



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA



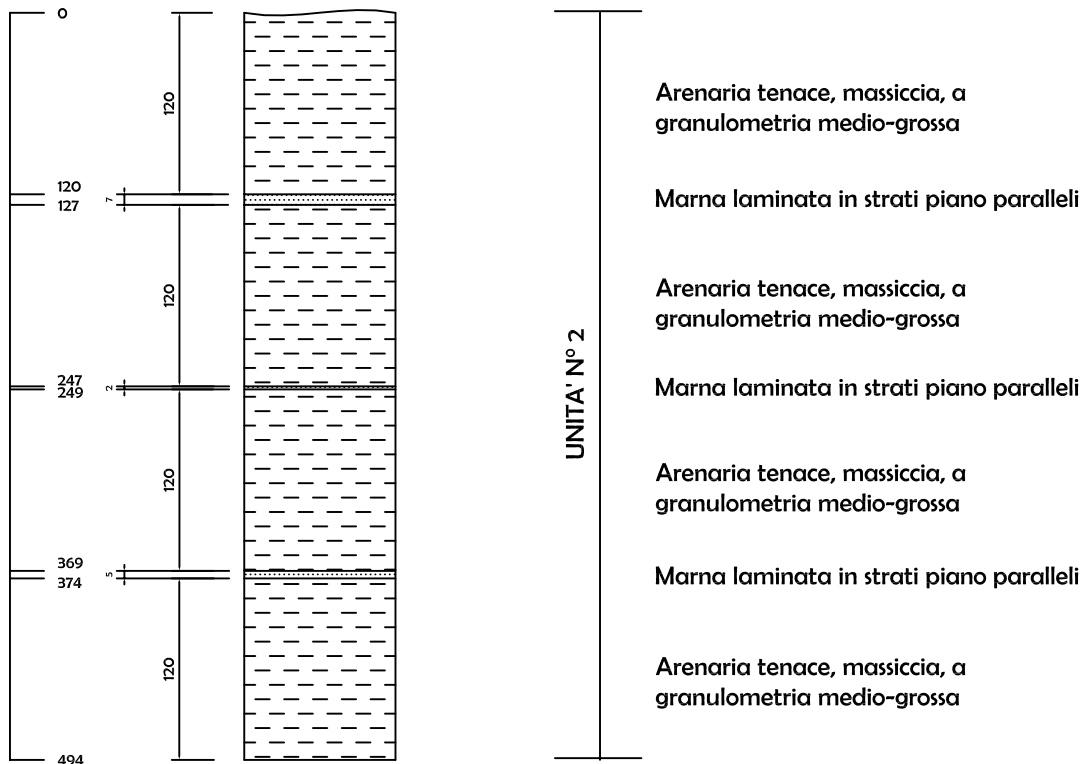
11.50

92%

8%

SERIE STRATIGRAFICA N°2 (misure in centimetri)

U2



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

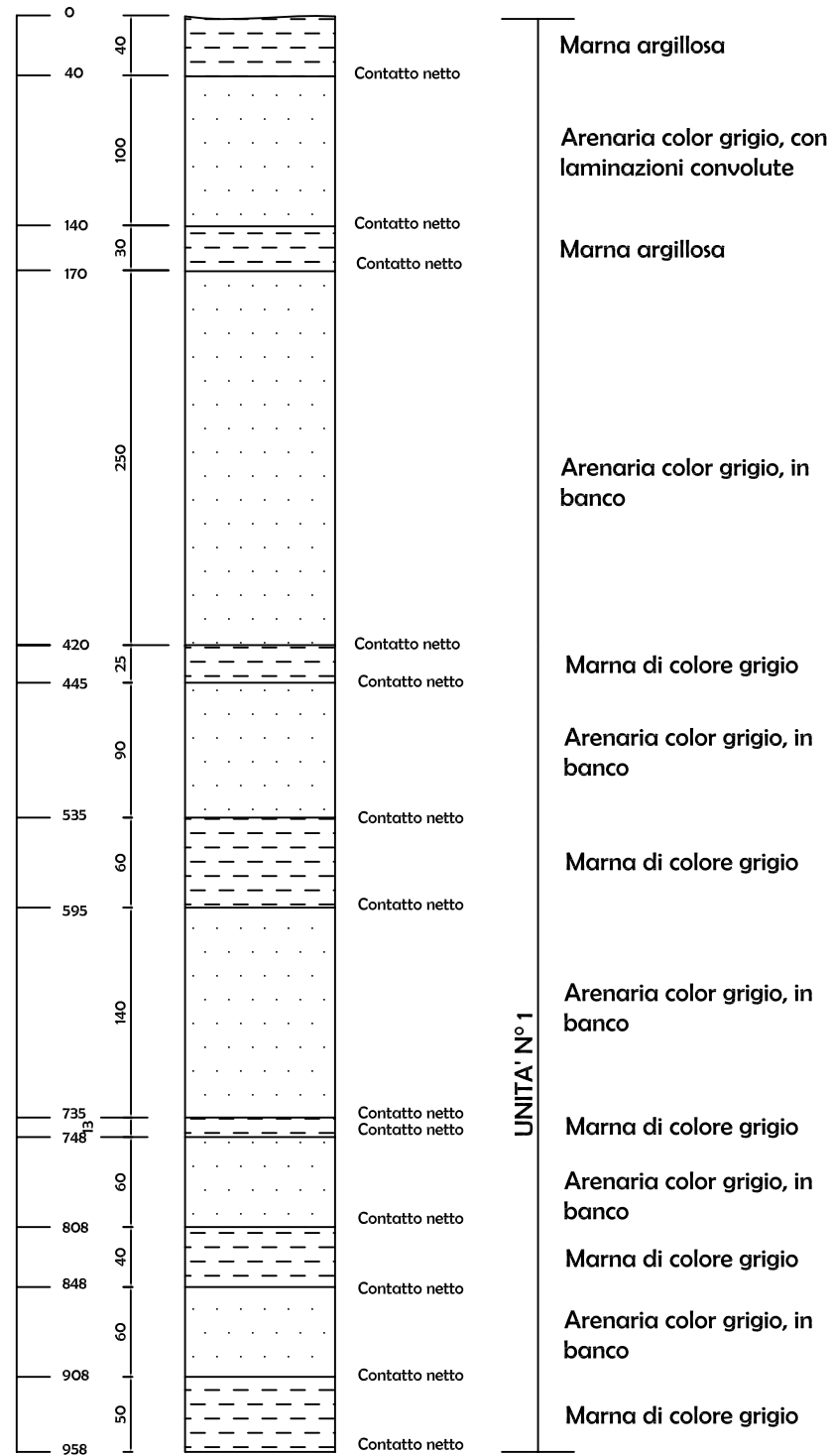
MARNA

34

97.16%

2.83%

SERIE STRATIGRAFICA N°3 (misure in centimetri) U1



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA

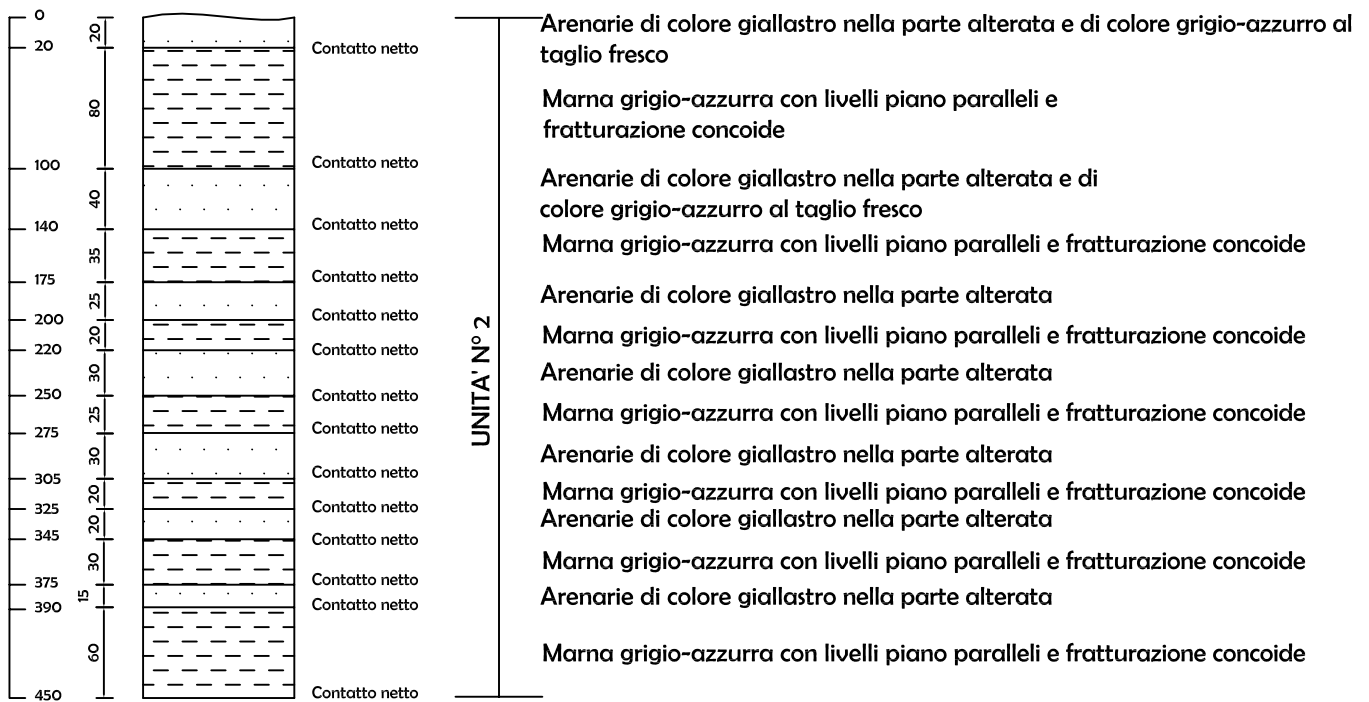
2.71

73.06%

26.94%

SERIE STRATIGRAFICA N°4 (misure in centimetri)

U2



RAPPORTO ARENARIA/MARNA

ARENARIA

MARNA

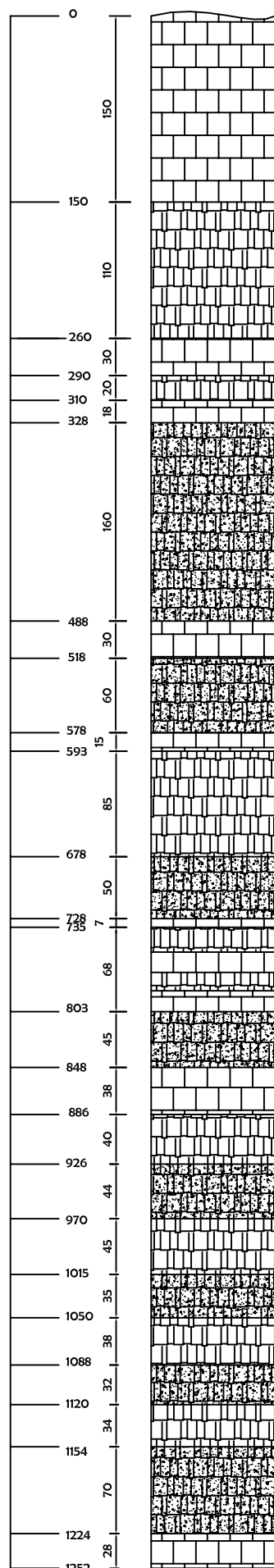


1.5

60%

40%

SERIE STRATIGRAFICA N°5
(misure in centimetri)



Calcere massivo brunastro con impronte basali ed evidenze di laminazione piano parallela (jcs 42-42-42-50-56-48-48-48-48)

Marna fratturata e fortemente alterata con sporadici livelli centimetrici di calcare

Calcere marnoso brunastro-grigio a fratturazione tabulare (jcs 42-42-50-50-46-46-46-46)
Marna calcarea fratturata
Calcere grigio-brunastro

Marna fortemente alterata con coperture terrose e vegetali

Calcere e calcare marnoso (jcs 38-40-36-46-46-46-46)

Marna fortemente alterata con coperture terrose e vegetali

Calcere marnoso

Marna calcarea fortemente fratturata

Marna fortemente alterata con coperture terrose e vegetali

Calcere con tracce di laminazione piano-parallela con evidenze di sfaldatura lungo i piani di laminazione

Alternanza di marne intensamente fratturate e di calcare marnoso (jcs 34-34-36-36)

Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Calcere e calcare marnoso brunastro

Marna calcarea e calcare marnoso fortemente fratturati

Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Marna calcarea e calcare marnoso fortemente fratturati

Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Marna calcarea intensamente fratturata

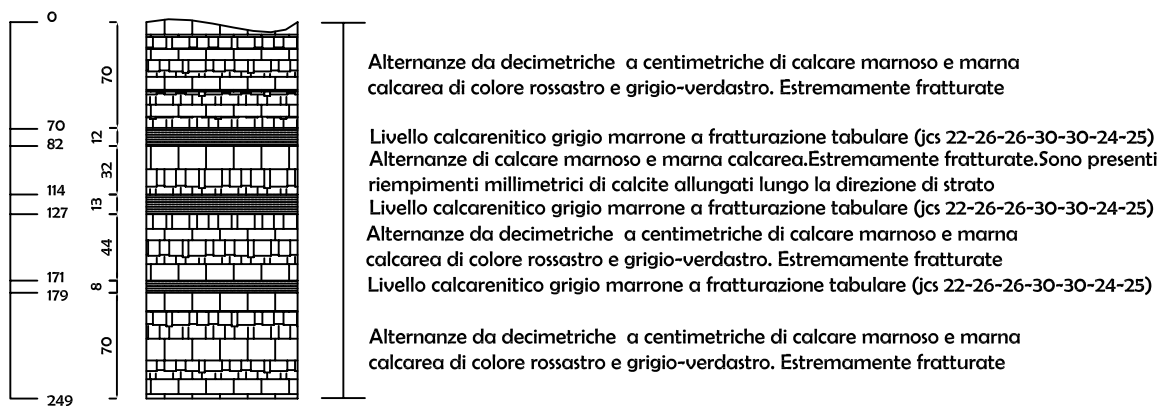
Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Marna calcarea e calcare marnoso fortemente fratturati

Marna intensamente fratturata e alterata con copertura vegetale

Calcere massivo brunastro con sporadica fratturazione tabulare (jcs 48-48-48-47-46)

SERIE STRATIGRAFICA N°6 ARS 4 (misure in centimetri)



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 01: Serie Stratigrafica 1



Foto 3: Serie Stratigrafica 2

Foto 4: Serie Stratigrafica 3



Foto 5: Panorama da Est lungo la SS4 Salaria di Favalanciata



Foto 6 Formazione della Laga (U2) e Membro calcareo Marne con Cerrognia e Marne con Cerrognia - Panorama da Ovest verso Est lungo la strada per Morrice

Serie Stratigrafica 4





ARS 1 in localita' Quintodecimo su formazione della Laga



ARS 2 lungo la strada per S.Vito su Bisciaro



ARS 3 in localita' S.Vito su Marne con Cerrognna



Foto 8 Marne a Pteropodi
ARS 4 - lungo la strada per
Morrice



Foto 11 Galleria vista Est-Ovest. Località Morrice



Foto 12 Formazione della Laga – Panorama dal ponte sul f. Tronto in loc. Quintodecimo

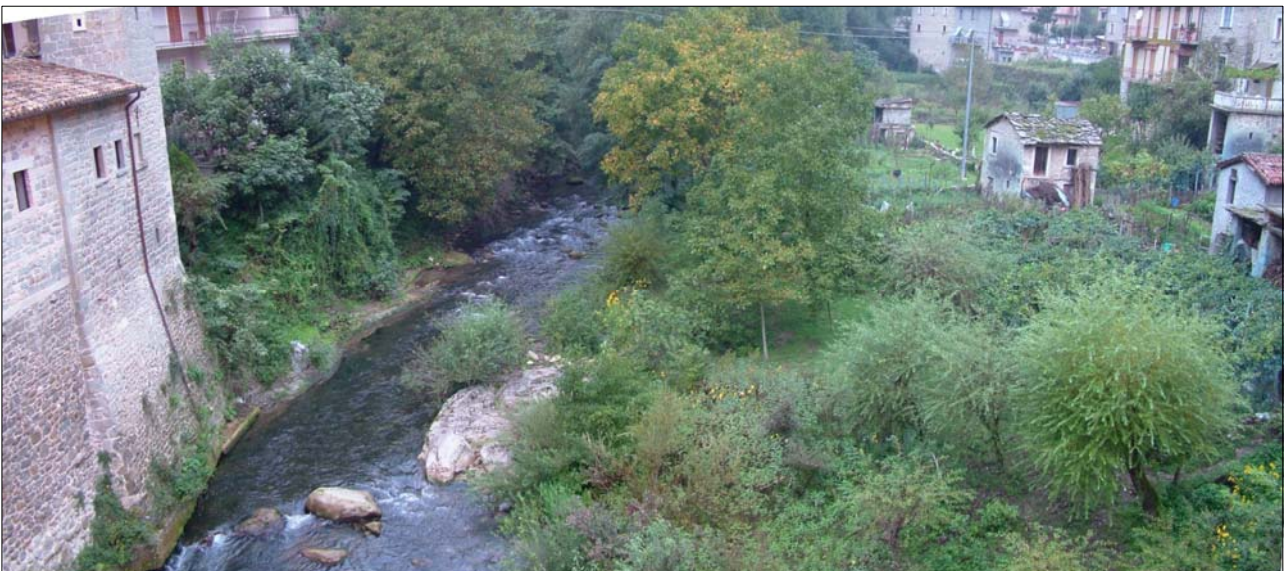


Foto 12' Terrazzo alluvionale di IV ordine del Fiume Tronto – Panorama dal ponte sul f. Tronto in loc. Quintodecimo



Foto 13 Formazione della Laga con sotto Marne con Cerroigna con orizzonte calcareo



Foto 14 Panorama dal ponte della SS4 Salaria sul f. Tronto in loc. Quintodecimo (lato Nord), Marne con Cerroigna

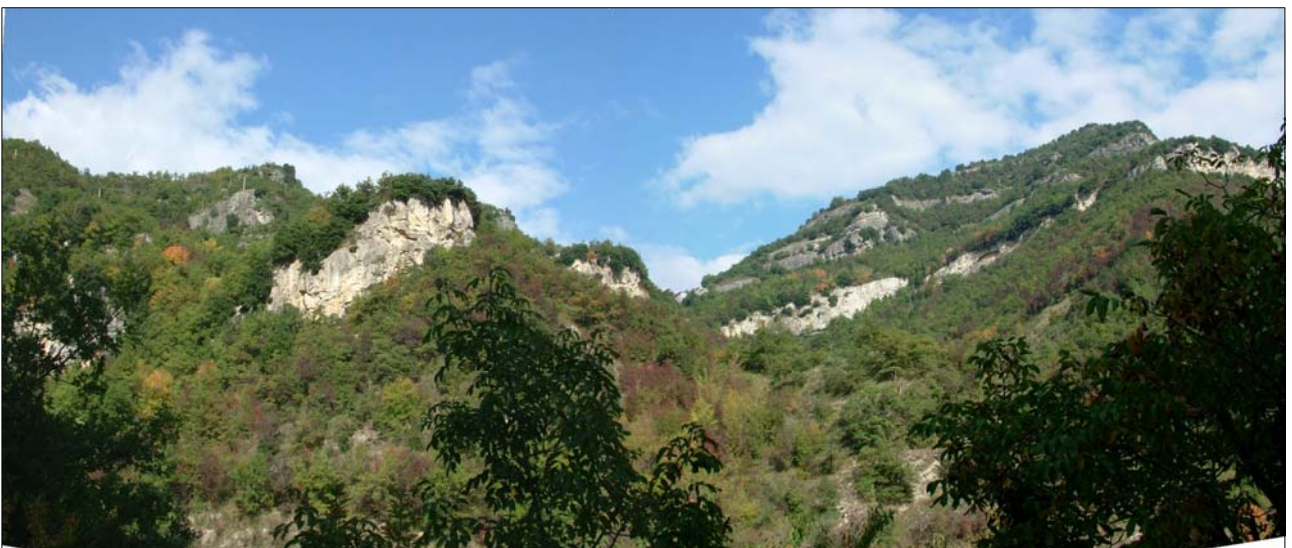


Foto 15 Formazione della Laga + Marne con Cerroigna (orizzonte calcareo)



Foto 16 Marne con Cerrognia passanti a Bisciaro (lato Nord del F.Tronto)



Foto 17 Motivo di piega anticlinale su Bisciaro lungo la SS4 Salaria al km 159+000



Foto 18

Passaggio Scaglia
Cinerea / Bisciaro -
Alveo F.Tronto sotto
l'abitato di Acquisanta
Terme



Foto 19 Passaggio Scaglia Cinerea (sotto) / Bisciaro (sopra) - Alveo F. Tronto sotto l'abitato di Acquasanta Terme



Foto 20 Contatto tettonico Marne con Cerrognna / Bisciaro - Alveo F.Tronto nei pressi delle terme di Acquasanta Terme



Foto 21 Faglia che disloca Marne con Cerroigna e Bisciaro, vista dalla Strada 554 Salaria nei pressi delle terme - Comune di Acquasanta Terme



Foto 22 Particolare faglia che disloca Marne con Cerrognna e Bisciaro



Foto 23 Affioramento "Livello Raffaello" (ocraceo alterato) al passaggio Scaglia Cinerea/Bisciaro vicino alle terme di Acquasanta Terme



Foto 24 Dettaglio Contatto membro calcareo della Scaglia cinerea al passaggio con il Bisciaro Affioramento vicino alle terme di Acquasanta Terme



Foto 25 Membro calcareo della Scaglia Cinerea - Alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme



Foto 26 Contatto Scaglia Cinerea / Bisciaro- Alveo del Fiume Tronto sotto Acquisanta Terme



Foto 27 Alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme



Foto 28 Contatto Marne con Cerrognana / Bisciarno - Alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme



Foto 29 Scaglia Cinerea in affioramento lungo l'alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme



Foto 30 Faglia che mette in contatto Scaglia Cinerea, Bisciaro e Marne con Cerrognana - Alveo del Fiume Tronto sotto Acquasanta Terme

0	Novembre 03		-		F.Forl.-Fora. F.Forlani E.Forlani
EM/RE	DATA		DESCRIZIONE		REDATTO CONTR. APPROV.

03.006.19	C1	00.00	RA0	RelazioneLog	
Commessa	TP	Elab.	Rev.	Descrizione	



Studio di Geologia Applicata e Ingegneria
s.r.l.
di Edmondo Forlani & c.
Via Mariotti 20 - 47833 Morciano di Romagna (RN) - ITALIA - C.P. 11
Tel. (+39) 0541 988277 / 0541 988972 - Fax 0541 987606 - E.mail sgai@sgai.com



ANAS ANCONA

**S.S. SALARIA TRA KM 177.00 E 182.00
GALLERIA VALGARIZIA DI FAVALANCIATA ED IL CENTRO DI
ACQUASANTA TERME**

Oggetto:

**LOG MULTIPARAMETRICO ESEGUITO AL SONDAGGIO S1
DI ACQUASANTA TERME**

Timbri e Firme:

Elaborato:

1



ANAS ANCONA

**S.S. SALARIA TRA KM 155.400 E 159.000
GALLERIA VALGARIZIA DI FAVALANCIATA ED IL CENTRO DI
ACQUASANTA TERME**

LOG MULTIPARAMETRICO ESEGUITO AL SONDAGGIO S1 DI ACQUASANTA TERME

1. PREMESSA

Nell'ambito del tracciato della galleria interessante l'area di Acquasanta Terme, per la verifica delle caratteristiche idrochimiche dell'acqua di falda rinvenuta in corrispondenza del sondaggio S1, è stato effettuato un log multiparametrico per indagare i parametri fisico-chimici dell'acqua intercettata, e confrontarli con i valori tipici della sorgente di acqua sulfurea alimentante le locali Terme.

2. INQUADRAMENTO DEL SONDAGGIO S1

Dal punto di vista geologico le litologie affioranti interessano la serie eocenica-miocenica che dalla Scaglia cinerea v alla Formazione della Laga, attraversando il Bisciario, le Marne con Cerrognna e le Marne a Pteropodi.

Caratteristica di Acquasanta Terme  la notevole presenza di travertini, mentre dal punto di vista idrogeologico spicca il termalismo sulfureo, legato alla risalienza convettiva di acque profonde circolanti sino al substrato gessoso evaporitico triassico.

La perforazione  ubicata a NW del centro abitato di Acquasanta Terme, in sx idrografica del Fiume Tronto, presso localit S.Vito, a quota assoluta di 466.5 m.s.l.m.

Il sondaggio  stato eseguito a rotazione a carotaggio continuo, del \varnothing 127 mm. dal p.c. sino a 73.5 m., con rivestimento in ferro dello stesso diametro, e a foro libero del \varnothing 101 mm. da 73.5 a fondo foro (80.90 m.p.c.).

Il sondaggio S1, a partire da 27 m.p.c.,  insediato nella formazione delle Marne con Cerrognna (alternanza di calcari marnosi e marne, con diversi rapporti calcari/marne a seconda della profondit), dopo una copertura detritica quaternaria interessante limi e argille, con presenza di strati sabbioso e ghiaiosi a partire da circa 18 m.p.c (si veda la figura allegata).

E' stata intercettata una falda idrica a circa -21.00 m.p.c. con livello piezometrico dinamico, misurato al momento dell'esecuzione del log-multiparametrico e conseguente la manovra di svuotamento del foro, a -53.72 m.p.c. pari a 413 m.s.l.m.

Si specifica che la quota assoluta della sorgente termale  di circa 340.8 m. e la produttivit dell'acquifero  pari a circa 0.5 l/s.

3. IL LOG MULTIPARAMETRICO

3.1. CONDIZIONI DEL TEST

Un primo inquadramento sperimentale dei dati di falda è stato effettuato il giorno 03.11.03, dove sono state anche verificati i parametri idrochimici della sorgente delle Terme.

Successivamente, nello stesso giorno, è stata effettuata una prova di permeabilità in foro di tipo Lugeon, con rivestimento rialzato sino a 50.3 m.p.c.

Il log multiparametrico è stato eseguito in data 04.11.03, con livello statico di falda localizzato a -21.9 m.p.c. (444.6 m. s.l.m.).

Sono stati monitorati i seguenti parametri idrochimici e fisici:

- pH,
- Eh (mV),
- temperatura (°C),
- conducibilità ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°),
- ossigeno disciolto (ppm),

utilizzando l'apparecchiatura OCEAN SEVEN 301 PROBE.

I test sono stati effettuati in condizioni di cielo sereno.

3.2. I DATI IDROCHIMICI

Di seguito sono riportati i seguenti tabulati dei dati raccolti:

- inquadramento dati di falda del sondaggio S1 del 03.11.03 (riferiti al pelo libero di falda),
- dati della sorgente delle Terme del 03.11.03,
- log al sondaggio S1 del 04.11.03.

S1	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	0.6	14.7	850.1	964.5	8.56	84.2	7.41	-95.3
	0.82	14.61	854.7	971.9	8.65	84.9	7.49	-90.9
	1.05	14.61	860.7	978.8	7.04	69.1	7.39	-92.4
	1.27	14.61	862.8	981.2	6.63	65.1	7.45	-99.5
	1.42	14.61	865.8	984.4	5.44	53.4	7.48	-99.9
	1.27	14.62	867.5	986.2	5.13	50.4	7.48	-102.5
	1.42	14.64	867.9	986.2	4.44	43.6	7.52	-106
	1.49	14.66	866.2	983.7	4.19	41.2	7.53	-113.3
	1.72	14.65	873	991.8	3.12	30.7	7.45	-115.7
	1.72	14.65	872.6	991.3	3.51	34.5	7.45	-113.3
	1.87	14.65	872.6	991.2	3.51	34.5	7.5	-109.1
	1.87	14.65	872.1	990.7	2.35	23.1	7.52	-118.4
	2.02	14.65	873	991.6	3.02	29.7	7.55	-121.7
	1.94	14.65	871.7	990.2	2.89	28.4	7.56	-121.2
	2.02	14.66	872.6	991.1	2.64	25.9	7.56	-121.3
	1.94	14.65	873	991.6	2.54	25	7.55	-124.6
	1.94	14.66	872.1	990.6	2.64	25.9	7.56	-128.7
	2.02	14.65	873	991.6	2.64	25.9	7.56	-128.3
	2.02	14.66	872.6	991.1	2.59	25.4	7.56	-131.6
	1.94	14.66	872.6	991.1	2.55	25.1	7.58	-133.6
	2.02	14.66	873	991.6	2.49	24.5	7.58	-130.9
	2.02	14.66	873	991.6	2.44	24	7.57	-131
	1.94	14.66	872.6	991.1	2.24	22	7.63	-134.7
	1.94	14.66	872.6	991.1	1.55	15.2	7.68	-134.2
	1.94	14.67	872.6	990.9	2.05	20.2	7.65	-127.6
	2.02	14.66	872.6	991	1.87	18.4	7.62	-127.4
	2.02	14.65	872.6	991.2	1.91	18.8	7.6	-133.8
	2.02	14.66	873.8	992.5	1.92	18.9	7.62	-134.3
	2.02	14.66	872.1	990.6	1.93	19	7.62	-136.4
	2.02	14.66	872.6	991.1	1.93	19	7.61	-128.8
	2.09	14.65	873.4	992.1	1.92	18.9	7.63	-132.5
	1.94	14.65	871.7	990.2	1.89	18.5	7.62	-133.2
	2.02	14.66	873	991.6	1.91	18.8	7.61	-129.6
	1.94	14.65	873.4	992.1	1.92	18.9	7.62	-129.2
	2.02	14.66	873	991.5	1.96	19.2	7.63	-129.4
	2.02	14.65	872.1	990.7	1.92	18.9	7.63	-130.9
	2.02	14.65	873	991.6	1.89	18.5	7.62	-131.6
	2.02	14.66	873	991.6	1.89	18.5	7.61	-135.6
	2.02	14.66	873	991.6	1.86	18.3	7.61	-132.7
	2.02	14.66	873	991.5	1.86	18.3	7.61	-136.5
	1.94	14.66	873	991.5	1.74	17.1	7.62	-139.1
	2.02	14.66	872.6	991.1	1.85	18.2	7.62	-137.1
	2.02	14.66	873	991.5	1.84	18.1	7.63	-133.6
	2.02	14.66	872.6	991	1.83	17.9	7.62	-132.1
	2.02	14.66	873	991.5	1.83	17.9	7.62	-132.3
	2.02	14.66	872.6	991	1.79	17.6	7.62	-134.9
	2.02	14.66	872.6	991.1	1.79	17.6	7.61	-136.4
	2.02	14.66	873	991.6	1.81	17.8	7.62	-138
	2.02	14.66	873.8	992.4	1.86	18.3	7.63	-134.3
	2.02	14.66	873	991.5	1.9	18.7	7.62	-140.6
	2.02	14.66	873.4	992	1.97	19.4	7.63	-145
	2.02	14.66	873	991.5	2.02	19.8	7.63	-142.4
	2.02	14.66	873.4	992	2.04	20.1	7.62	-146.1
	2.02	14.66	873	991.4	2.04	20.1	7.64	-143.7
	2.02	14.66	873.4	992	2.07	20.3	7.63	-144

S1	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	2.02	14.66	873.4	992	2.05	20.2	7.64	-140.7
	2.02	14.66	873	991.5	2.03	20	7.63	-145.3
	2.02	14.66	874.3	992.9	2.02	19.8	7.64	-140.4
	2.02	14.66	873	991.5	2.02	19.8	7.64	-145.1
	1.94	14.66	873	991.4	2.02	19.8	7.63	-142
	2.02	14.66	873.4	991.9	1.97	19.4	7.65	-142.6
	2.02	14.67	873	991.3	1.97	19.4	7.64	-144.8
	2.02	14.67	873.4	991.8	1.97	19.4	7.63	-142.6
	2.02	14.66	873.4	991.9	1.93	19	7.65	-140.6
	2.02	14.66	873	991.4	1.93	19	7.65	-142.9
	2.02	14.66	873	991.4	1.91	18.8	7.64	-143.7
	2.09	14.67	872.6	990.9	1.88	18.5	7.63	-141.8
	2.02	14.67	873	991.3	1.88	18.5	7.64	-142.2
	2.02	14.66	873.8	992.4	1.89	18.5	7.65	-146.2
	2.02	14.67	873	991.3	1.88	18.5	7.65	-143.7
	2.02	14.67	873.4	991.8	1.87	18.4	7.65	-147.2
	2.02	14.67	873	991.3	1.86	18.3	7.65	-147.9
	2.02	14.67	873	991.3	1.87	18.4	7.65	-144.4
	2.02	14.67	873	991.3	1.86	18.3	7.65	-144.2
	2.02	14.66	873	991.4	1.84	18.1	7.66	-147.2
	2.02	14.66	873	991.4	1.84	18.1	7.66	-149.2
	1.94	14.67	873.4	991.8	1.84	18.1	7.66	-147.3
	2.02	14.66	873.4	991.9	1.81	17.8	7.65	-152.3
	1.94	14.67	873	991.3	1.84	18.1	7.65	-154.3
	2.09	14.67	873	991.3	1.84	18.1	7.64	-149.4
	2.02	14.67	873	991.3	1.8	17.7	7.65	-150.1
	2.02	14.66	873	991.4	1.81	17.8	7.66	-154.1
	1.94	14.67	873.4	991.8	1.82	17.9	7.66	-150.1
	1.94	14.67	873	991.3	1.84	18.1	7.65	-148.6
	2.02	14.67	873	991.3	1.84	18.1	7.65	-151.2
	2.02	14.67	873.8	992.2	1.82	17.9	7.66	-151.4
	2.02	14.67	873	991.3	1.82	17.9	7.65	-150.1
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.81	17.8	7.65	-153.6
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.8	17.7	7.66	-153.2
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.82	17.9	7.65	-151.4
	2.09	14.67	872.6	990.8	1.81	17.8	7.65	-155.4
	2.02	14.67	873	991.3	1.82	17.9	7.66	-153.4
	2.02	14.67	872.6	990.9	1.8	17.7	7.65	-152.8
	2.02	14.67	873	991.3	1.8	17.7	7.66	-150.5
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.81	17.8	7.65	-152.8
	2.02	14.67	873	991.2	1.81	17.8	7.65	-151.7
	1.94	14.67	872.6	990.9	1.81	17.8	7.66	-151.9
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.8	17.7	7.65	-151.6
	2.02	14.67	873	991.3	1.81	17.8	7.67	-153
	2.02	14.67	873	991.3	1.81	17.8	7.65	-154.7
	2.02	14.67	872.6	990.7	1.82	17.9	7.66	-150.5
	2.02	14.67	872.6	990.8	1.81	17.8	7.67	-151.6
	2.02	14.67	872.6	990.7	1.8	17.7	7.65	-153.9
	2.02	14.67	873	991.2	1.81	17.8	7.65	-152.3
	2.02	14.67	873	991.3	1.79	17.6	7.67	-147.5
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.8	17.7	7.66	-156.7
	1.94	14.67	873	991.2	1.78	17.5	7.65	-153.2
	2.02	14.67	873	991.3	1.79	17.6	7.65	-154.8
	1.94	14.67	873	991.2	1.78	17.5	7.66	-154.8
	2.02	14.67	873.4	991.8	1.79	17.6	7.67	-154.5

S1	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	2.02	14.67	873.4	991.7	1.78	17.5	7.67	-156.3
	1.94	14.67	873	991.2	1.8	17.7	7.67	-155
	2.02	14.67	872.6	990.8	1.78	17.5	7.66	-156.9
	2.02	14.67	873	991.2	1.76	17.3	7.66	-142.8
	1.94	14.67	873	991.2	1.79	17.6	7.66	-143.3
	2.02	14.67	873	991.2	1.79	17.6	7.66	-144.8
	1.94	14.67	873.4	991.7	1.78	17.5	7.66	-145.1
	1.94	14.67	873	991.2	1.79	17.6	7.66	-146.6
	2.02	14.67	873	991.3	1.75	17.2	7.66	-147
	2.02	14.67	873	991.2	1.78	17.5	7.66	-146.6
	2.02	14.67	872.6	990.7	1.75	17.2	7.66	-146.2
	2.02	14.67	873	991.2	1.74	17.1	7.67	-146.8
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.76	17.3	7.67	-149.7
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.76	17.3	7.68	-148.3
	1.94	14.67	873	991.2	1.76	17.3	7.67	-148.4
	2.02	14.67	873	991.2	1.75	17.2	7.66	-148.3
	2.02	14.67	873	991.2	1.74	17.1	7.66	-148.8
	2.02	14.67	872.6	990.8	1.76	17.3	7.66	-151.2
	2.02	14.67	873	991.2	1.75	17.2	7.68	-151.2
	2.02	14.67	873	991.3	1.74	17.1	7.67	-147.9
	2.02	14.67	873	991.2	1.75	17.2	7.66	-149.9
	2.02	14.67	873.4	991.7	1.75	17.2	7.67	-150.8
	2.02	14.67	873	991.2	1.75	17.2	7.68	-149.9
	1.94	14.67	873	991.2	1.73	17	7.67	-147.5
	2.09	14.67	873	991.2	1.68	16.5	7.64	-148.6
	1.72	14.68	873	990.9	1.8	17.7	7.72	-158.9
	2.02	14.67	873	991.1	1.58	15.6	7.68	-165.8
	2.02	14.68	873.4	991.4	1.77	17.5	7.69	-166.9
	2.02	14.68	873.4	991.4	1.75	17.2	7.7	-170
	2.02	14.67	872.6	990.6	1.74	17.1	7.68	-170.8
	2.02	14.67	873	991.1	1.73	17	7.7	-165.8
	2.02	14.69	873.4	991.2	1.75	17.2	7.69	-166.2
	2.02	14.69	873	990.7	1.74	17.1	7.71	-168.6
	2.02	14.69	873.4	991.1	1.82	17.9	7.69	-171.1
	2.02	14.69	873.4	991.2	1.86	18.3	7.7	-169.1
	2.02	14.69	873.4	991.1	1.88	18.5	7.69	-167.8
	2.02	14.69	873	990.7	1.92	18.9	7.7	-162.4
	2.02	14.69	873.4	991.2	1.94	19.1	7.69	-165.5
	2.02	14.69	873.4	991.1	1.98	19.5	7.69	-162.4
	2.02	14.7	873.8	991.5	2	19.7	7.7	-165.8
	2.02	14.69	873.8	991.6	2.04	20.1	7.69	-166
	2.02	14.7	873.8	991.5	2.06	20.3	7.7	-163.5
	2.02	14.7	873.4	991	2.06	20.3	7.7	-165.3
	1.49	14.74	873.4	989.9	2.47	24.3	7.64	-161.6
	0.6	14.72	867	983.3	2.28	22.4	7.85	-157
	0.82	14.7	864.9	981.4	2.15	21.1	7.91	-160.9
	0.9	14.7	863.7	979.8	2.05	20.2	7.8	-163.6
	0.82	14.7	863.7	979.8	1.95	19.2	7.81	-161.3
	0.97	14.7	862.4	978.3	2.44	24	7.89	-160.7
	0.75	14.7	863.2	979.4	1.95	19.2	7.8	-159.8
	0.97	14.7	863.2	979.4	1.93	19	7.81	-160
	0.9	14.7	862.4	978.4	1.75	17.2	7.89	-162.7
	0.9	14.7	861.5	977.4	1.88	18.5	7.84	-162
	0.82	14.7	863.2	979.4	1.93	19	7.83	-163.5
	1.05	14.7	864.1	980.4	1.88	18.5	7.73	-158.3

S1	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	1.05	14.7	862.4	978.4	1.99	19.6	7.73	-151
	1.12	14.7	864.1	980.4	1.34	13.2	7.78	-160.9
	0.97	14.7	864.5	980.8	2.04	20.1	7.85	-152.5
	0.97	14.7	862.4	978.4	1.57	15.4	7.84	-160.7
	1.12	14.7	863.2	979.3	1.87	18.4	7.75	-151.9
	1.27	14.7	864.1	980.3	1.71	16.8	7.73	-161.1
	0.9	14.7	864.1	980.3	1.86	18.3	7.81	-160.3
	0.75	14.7	862.8	978.8	1.9	18.7	7.8	-170.2
	0.75	14.7	862.4	978.3	1.77	17.4	7.88	-157.2
	0.9	14.7	862.4	978.4	1.93	19	7.88	-151.6
	0.97	14.71	862.4	978.3	1.71	16.8	7.86	-151
	0.9	14.7	863.2	979.4	1.87	18.4	7.82	-152.6
	0.97	14.7	862.8	978.8	1.84	18.2	7.81	-150.8
	1.12	14.7	863.2	979.3	1.9	18.7	7.78	-146.4
	1.12	14.7	862.8	978.8	1.8	17.7	7.71	-145
	1.12	14.7	863.2	979.3	1.81	17.8	7.71	-145.9
	1.27	14.7	864.1	980.3	1.46	14.4	7.73	-150.8
	1.2	14.7	863.7	979.8	1.81	17.8	7.72	-163.3

Sorg. Terme	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	0.37	29.62	5977.1	4819.8	31.46	413.7	6.68	-1250
	0.52	29.71	6000.4	4828.9	25.21	332.2	6.85	-1250
	0.37	29.68	6005.9	4837.4	22.97	302.4	6.9	-1250
	0.45	29.72	6042	4861.3	21.93	288.9	6.94	-1250
	0.52	29.72	6040.3	4860.6	21.33	281	6.95	-1250
	0.6	29.72	6038.6	4859.2	21.14	278.4	6.96	-1250
	0.67	29.72	6037.7	4858.2	20.98	276.4	6.95	-1250
	0.6	29.72	6049.6	4867.4	20.8	274.1	6.93	-1250
	0.67	29.73	6051.7	4868.8	20.88	275.1	6.93	-1250
	0.67	29.73	6042	4860.6	20.54	270.7	6.93	-1250
	0.67	29.73	6028.4	4850	19.67	259.2	6.92	-1250
	0.67	29.7	6014.8	4842.2	19.29	254	6.93	-1250
	0.67	29.7	6011	4838.8	19.05	250.9	6.92	-1250
	0.67	29.72	6042	4862	19.61	258.4	6.92	-1250
	0.67	29.73	6054.3	4870.5	20.07	264.4	6.91	-1250
	0.67	29.73	6055.1	4871.2	20.43	269.1	6.92	-1250
	0.6	29.73	6057.3	4872.9	20.43	269.1	6.92	-1250
	0.67	29.72	6060.6	4876.3	20.62	271.7	6.92	-1250
	0.67	29.73	6055.6	4871.9	20.65	272.1	6.91	-1250
	0.67	29.71	6049.2	4868.8	20.36	268.1	6.91	-1250
	0.67	29.73	6051.3	4868.1	20.18	265.9	6.91	-1250
	0.67	29.72	6057.7	4873.9	20.23	266.5	6.9	-1250
	0.6	29.73	6042.8	4861.6	20.21	266.3	6.9	-1250
	0.67	29.73	6035.2	4855.5	19.86	261.7	6.9	-1250
	0.67	29.73	6034.4	4854.5	19.34	254.8	6.9	-1250
	0.67	29.73	6045	4863.3	19.14	252.2	6.9	-1250
	0.67	29.73	6052.2	4869.1	19.39	255.5	6.91	-1250
	0.67	29.71	6045.4	4865.7	19.38	255.3	6.89	-1250
	0.67	29.72	6054.3	4871.5	19.36	255.1	6.91	-1250
	0.67	29.72	6058.5	4874.6	19.83	261.2	6.9	-1250
	0.67	29.73	6056.4	4872.6	20	263.6	6.89	-1250
	0.67	29.73	6058.1	4873.2	20.12	265.2	6.89	-1250
	0.67	29.73	6058.9	4873.9	20.26	267	6.9	-1250
	0.67	29.73	6061.5	4876.3	20.34	268.1	6.89	-1250
	0.67	29.72	6060.2	4876	20.41	268.9	6.89	-1250
	0.75	29.73	6057.7	4873.6	20.41	268.9	6.89	-1250
	0.6	29.73	6061.9	4877	20.34	268	6.89	-1250
	0.67	29.73	6061.1	4876.3	20.33	267.9	6.89	-1250
	0.67	29.71	6057.3	4875.3	19.69	259.3	6.89	-1250
	0.67	29.72	6058.5	4874.6	19.68	259.3	6.88	-1250
	0.67	29.72	6057.3	4873.6	19.76	260.4	6.88	-1250
	0.67	29.73	6059.8	4874.9	19.82	261.2	6.88	-1250
	0.67	29.73	6061.5	4876.3	19.59	258.1	6.88	-1250
	0.67	29.73	6060.6	4875.6	19.76	260.4	6.88	-1250
	0.67	29.73	6059.8	4874.9	19.95	262.8	6.88	-1250
	0.6	29.73	6059.4	4874.6	20.03	263.9	6.88	-1250
	0.67	29.73	6058.9	4874.6	19.78	260.7	6.88	-1250
	0.67	29.72	6054.3	4871.5	19.67	259.2	6.88	-1250
	0.67	29.72	6053.4	4870.5	19.76	260.4	6.88	-1250
	0.67	29.73	6057.3	4873.2	19.96	262.9	6.88	-1250
	0.75	29.73	6058.9	4874.6	19.87	261.8	6.87	-1250
	0.67	29.73	6060.6	4875.6	19.92	262.5	6.87	-1250
	0.67	29.71	6058.1	4875.6	19.9	262.1	6.87	-1250
	0.67	29.72	6057.7	4874.3	19.72	259.8	6.87	-1250
	0.67	29.71	6051.3	4870.2	19.77	260.4	6.87	-1250

2005/08/31

Sorg. Terme	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
03/11/03	0.67	29.72	6047.9	4866.1	19.55	257.6	6.87	-1250
	0.67	29.72	6048.3	4866.8	19.81	261	6.87	-1250
	0.67	29.71	6045	4865	19.97	263.1	6.86	-1250
	0.67	29.72	6046.7	4865.7	19.97	263.1	6.87	-1250
	0.67	29.72	6042	4861.3	19.85	261.6	6.86	-1250
	0.67	29.72	6055.6	4872.2	19.9	262.2	6.86	-1250
	0.67	29.72	6053.4	4870.8	19.75	260.2	6.87	-1250
	0.67	29.72	6046.7	4865.1	19.93	262.5	6.87	-1250
	0.67	29.72	6039	4858.9	19.74	260.1	6.87	-1250
	0.67	29.72	6033.1	4854.1	19.52	257.2	6.86	-1250
	0.67	29.72	6029.7	4851.7	19.58	257.9	6.86	-1250
	0.67	29.71	6035.2	4856.9	19.41	255.7	6.87	-1250
	0.67	29.72	6039.9	4859.6	19.65	259	6.86	-1250
	0.67	29.72	6036	4857.2	19.79	260.7	6.85	-1250
	0.67	29.71	6039	4860.3	19.36	255	6.86	-1250
	0.67	29.71	6037.3	4859.2	19.49	256.7	6.85	-1250
	0.67	29.72	6043.7	4863	19.85	261.5	6.86	-1250
	0.67	29.73	6052.2	4868.8	20.05	264.2	6.86	-1250
	0.67	29.73	6054.7	4871.2	20.24	266.7	6.85	-1250
	0.67	29.73	6057.7	4873.2	20.51	270.3	6.86	-1250
	0.67	29.73	6059.4	4874.6	20.59	271.3	6.85	-1250
	0.67	29.72	6057.7	4874.3	21.16	278.7	6.86	-1250
	0.75	29.72	6056.4	4873.2	21.14	278.5	6.86	-1250
	0.15	29.72	6061.1	4876.7	21.45	282.6	6.85	-1250

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	0.15	13.71	348.9	405.9	53.18	512	8.11	83.67
	0.52	13.81	351	407.3	38.91	375.4	8.13	77.72
	0.67	13.82	351.5	407.7	30.71	296.4	8.16	78.22
	0.9	13.83	351.5	407.6	26.39	254.7	8.18	78
	0.82	13.83	350.2	406.1	21.4	206.6	8.19	78.39
	0.82	13.83	350.2	406.1	18.71	180.6	8.22	80.35
	0.9	13.83	350.6	406.6	17.95	173.2	8.22	82.38
	0.97	13.83	350.6	406.6	15.89	153.3	8.23	80.53
	0.97	13.83	349.3	405.1	14.82	143.1	8.24	81.28
	1.27	13.82	350.6	406.7	14.64	141.3	8.22	84.92
	1.34	13.83	350.6	406.6	12.23	118.1	8.19	83.86
	1.49	13.83	350.2	406.1	14.57	140.6	8.16	86.4
	1.64	13.82	349.8	405.7	12.73	122.9	8.1	83.21
	1.79	13.82	350.6	406.7	11.24	108.4	8.07	82.31
	1.94	13.82	349.8	405.7	11.23	108.4	8.07	79.65
	2.09	13.82	350.6	406.7	10.81	104.3	8.04	80.57
	2.24	13.82	349.8	405.7	10.98	106	8	80.33
	2.39	13.81	349.8	405.8	10.62	102.5	7.96	78.5
	2.46	13.8	347.6	403.4	10.38	100.2	7.93	75.63
	2.61	13.8	347.6	403.5	10.61	102.3	7.9	73.45
	2.69	13.8	348.1	403.9	10.38	100.2	7.87	71.21
	2.84	13.8	347.2	403	9.52	91.9	7.84	68.65
	2.91	13.8	346.8	402.5	9.81	94.6	7.84	67.24
	3.06	13.8	348.5	404.4	9.05	87.3	7.84	66.95
	3.14	13.8	346.8	402.5	11.09	107	7.84	69.62
	3.21	13.79	346.4	402.1	8.98	86.6	7.83	66.29
	3.29	13.8	346.4	402	9.2	88.8	7.85	64.65
	3.44	13.8	346.8	402.5	9.23	89	7.85	63.35
	3.44	13.8	346.8	402.5	9.76	94.1	7.87	64.3
	3.59	13.79	346.4	402.1	9.3	89.7	7.89	65.12
	3.59	13.78	345.5	401.2	9.3	89.6	7.9	65.95
	3.73	13.78	343.8	399.2	9.84	94.9	7.93	65.99
	3.96	13.78	340.4	395.3	9.68	93.3	7.94	65.5
	4.11	13.77	340	394.9	10.36	99.8	7.93	64.73
	4.18	13.78	343	398.3	8.27	79.7	7.92	61.02
	4.33	13.78	340.9	395.8	9.08	87.5	7.91	60.6
	4.41	13.77	340	394.9	8.64	83.3	7.92	59.31
	4.71	13.76	338.3	393	10.33	99.6	7.91	58.13
	4.78	13.77	340.9	395.9	9.34	90	7.88	54.94
	4.93	13.77	339.6	394.4	8.83	85.1	7.84	51.47
	5	13.77	338.3	393	9.16	88.3	7.87	49.55
	5.23	13.77	337.5	392	9.34	90	7.86	51.03
	5.38	13.77	336.6	391	8.62	83.1	7.87	50.83
	5.6	13.76	335.3	389.6	7.83	75.4	7.89	48.92
	5.83	13.76	337.5	392	7.87	75.8	7.95	49.74
	6.05	13.76	334.1	388.1	7.74	74.6	7.98	49.59
	6.2	13.76	333.2	387.1	7.5	72.3	7.96	51.72
	6.2	13.76	329.4	382.7	7.58	73.1	7.97	49.11
	6.42	13.76	328.1	381.2	8	77.1	8.01	47.15
	6.57	13.76	327.3	380.2	8.52	82.2	8.06	44.97
	6.87	13.76	328.1	381.2	8.39	80.8	8.06	41.6
	6.95	13.77	329.4	382.6	7.8	75.2	8.08	35.72
	7.1	13.77	326.9	379.7	8.16	78.6	8.1	31.91
	7.17	13.77	326	378.7	8.9	85.8	8.11	29.39
	7.39	13.77	323.5	375.7	7.99	77.1	8.07	31.39

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	7.54	13.77	323.9	376.2	6.17	59.5	8.02	32.98
	7.62	13.77	318.4	369.8	8.31	80.2	8.08	30.29
	7.69	13.78	316.3	367.3	8.92	86	8.09	37.23
	7.77	13.77	317.1	368.3	8.58	82.7	8.05	40.62
	7.84	13.77	317.1	368.3	8.44	81.3	8.03	41.33
	7.77	13.77	316.7	367.8	8.26	79.7	7.99	43.36
	7.84	13.76	316.7	367.9	8.15	78.6	7.98	48.75
	7.92	13.77	316.7	367.8	8.76	84.4	7.95	54.39
	8.07	13.78	318.4	369.7	6.47	62.4	7.93	57.06
	8.22	13.78	320.1	371.7	6.59	63.5	7.96	54.91
	8.37	13.77	319.7	371.2	9.9	95.5	7.99	55.15
	8.52	13.78	313.3	363.8	9.54	92	7.93	56.78
	8.66	13.79	314.1	364.7	6.39	61.6	7.92	53.61
	8.89	13.78	313.7	364.3	8.17	78.8	7.96	54.56
	8.96	13.79	308.6	358.3	8.38	80.9	7.9	57.97
	9.19	13.8	305.2	354.3	9.03	87.1	7.9	59.01
	9.34	13.81	302.7	351.2	8.76	84.5	7.84	57.41
	9.49	13.81	302.3	350.7	7.92	76.5	7.82	55.52
	9.71	13.81	301.4	349.7	8.53	82.3	7.76	55.85
	9.79	13.82	301.4	349.7	8.56	82.6	7.68	54.15
	9.93	13.82	301.9	350.2	7.36	71	7.61	50.51
	10.16	13.83	295.9	343.2	7.65	73.8	7.59	45.75
	10.31	13.84	292.5	339.2	8.98	86.7	7.57	44.92
	10.46	13.84	292.5	339.1	8.19	79.1	7.51	42.43
	10.68	13.84	289.6	335.7	8.57	82.8	7.54	40.39
	10.91	13.85	287	332.7	8.54	82.5	7.56	39.77
	11.13	13.85	287.4	333.1	8.54	82.5	7.59	38.16
	11.28	13.87	282.3	327.1	8.63	83.3	7.63	36.49
	11.5	13.88	280.2	324.6	8.16	78.8	7.69	36.1
	11.65	13.88	279.4	323.6	7.98	77.1	7.76	35.5
	11.8	13.89	276.4	320.1	8.7	84.1	7.83	36.3
	11.88	13.89	276	319.6	8.96	86.6	7.88	37.61
	12.03	13.88	280.2	324.5	8.69	84	7.94	35.58
	12.25	13.89	275.1	318.6	9.23	89.2	7.98	35.64
	12.32	13.9	275.1	318.5	9.32	90.1	8.01	35.68
	12.4	13.9	273	316	9.46	91.5	8.03	35.57
	12.55	13.9	272.2	315.1	9.4	90.9	8.05	35.64
	12.7	13.91	271.7	314.5	9.44	91.2	8.07	36.25
	12.85	13.92	273	315.9	9	87.1	8.08	36.8
	13	13.92	270.5	313	9.27	89.7	8.06	39.76
	13.07	13.92	271.3	313.9	8.98	86.9	8.07	40.71
	13.3	13.94	269.2	311.4	9.01	87.2	8.09	44.27
	13.45	13.95	266.2	307.8	9.36	90.6	8.09	48.98
	13.52	13.95	266.7	308.3	9.52	92.1	8.12	51.72
	13.52	13.95	266.2	307.8	9.39	90.9	8.14	54.89
	13.52	13.96	265.8	307.3	9.22	89.3	8.12	58.22
	13.59	13.96	265	306.3	9.48	91.8	8.07	61.1
	13.67	13.96	264.1	305.3	9.66	93.5	8	60.93
	13.74	13.96	264.5	305.8	9.27	89.7	7.96	59.71
	13.82	13.95	264.5	305.8	9.75	94.4	7.96	58.05
	13.97	13.96	263.7	304.8	9.7	93.9	7.91	57.65
	14.04	13.97	263.3	304.2	9.54	92.3	7.87	55.8
	14.12	13.97	262.8	303.7	9.86	95.5	7.83	53.49
	14.27	13.97	262.8	303.7	9.58	92.8	7.79	51.99
	14.42	13.97	262	302.7	9.32	90.2	7.74	50.49

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	14.49	13.98	261.6	302.2	9.2	89.1	7.72	47.64
	14.64	13.98	260.7	301.2	9.3	90.1	7.74	45.35
	14.72	13.98	261.1	301.7	9.66	93.6	7.74	44.64
	14.79	13.99	260.7	301.1	9.52	92.2	7.71	44.55
	15.01	14	258.6	298.6	9.46	91.7	7.68	43.54
	15.16	14	259	299.1	9.63	93.3	7.66	42.66
	15.31	14	257.3	297.1	9.69	93.9	7.61	40.11
	15.39	14	258.6	298.6	9.4	91.1	7.6	37.58
	15.54	14.01	257.8	297.6	9.34	90.5	7.55	34.29
	15.69	14.01	256.5	296.1	9.5	92.1	7.51	31.03
	15.84	14.02	255.2	294.5	9.71	94.1	7.48	28.15
	16.13	14.03	252.2	291.1	9.6	93.1	7.49	27.07
	16.21	14.05	250.5	288.9	8.87	86	7.53	27.07
	16.28	14.06	250.5	288.9	9.18	89	7.58	28.37
	16.36	14.06	250.1	288.4	9.27	89.9	7.63	30.6
	16.51	14.06	251	289.4	9.61	93.2	7.68	31.7
	16.58	14.06	248.9	286.9	9.06	87.9	7.74	33.17
	16.66	14.07	248.9	286.8	9.24	89.7	7.76	35.21
	16.81	14.07	248.9	286.8	9.35	90.7	7.82	38.16
	17.03	14.07	248.9	286.8	9.32	90.4	7.89	40.67
	17.25	14.08	248.9	286.8	10.18	98.8	7.92	43.18
	17.25	14.09	249.3	287.2	10.16	98.6	7.91	43.71
	17.25	14.09	248.4	286.2	9.68	94	7.89	42.74
	17.25	14.09	248.4	286.2	9.66	93.8	7.85	41.97
	17.33	14.09	248	285.7	9.64	93.6	7.8	39.61
	17.48	14.09	248.4	286.2	9.61	93.3	7.75	36.37
	17.7	14.09	247.2	284.7	9.5	92.2	7.7	37.74
	17.78	14.11	247.2	284.6	9.92	96.4	7.7	38.1
	17.93	14.12	246.7	284.1	9.71	94.3	7.71	38.63
	18.23	14.11	246.7	284.1	9.89	96.1	7.65	38.08
	18.3	14.12	246.7	284	9.6	93.2	7.64	39.21
	18.45	14.14	244.2	281	9.52	92.6	7.62	39.12
	18.67	14.15	244.2	280.9	9.62	93.5	7.59	39.96
	18.82	14.15	243.8	280.4	9.76	94.9	7.62	40.91
	18.97	14.15	243.8	280.4	9.34	90.7	7.64	41.35
	19.12	14.16	243.8	280.4	9.28	90.3	7.64	44.96
	19.35	14.16	243.8	280.4	9.99	97.2	7.67	45.99
	19.5	14.16	242.9	279.3	10.03	97.5	7.67	45.79
	19.65	14.17	242.9	279.3	9.26	90	7.63	44.36
	19.79	14.19	242.9	279.2	10.38	101	7.65	44.05
	20.02	14.2	241.6	277.6	9.49	92.4	7.61	41.88
	20.09	14.19	241.6	277.7	9.55	92.9	7.58	40.82
	20.32	14.2	242.1	278.1	9.83	95.7	7.54	38.4
	20.39	14.2	242.5	278.6	9.74	94.8	7.45	36.44
	20.54	14.21	241.6	277.6	9.55	92.9	7.37	32.83
	20.69	14.22	241.6	277.5	9.75	95	7.33	26.35
	20.84	14.22	241.6	277.5	9.84	95.8	7.31	20.05
	21.06	14.24	240.8	276.4	9.58	93.4	7.3	16.22
	21.21	14.24	241.2	276.9	9.24	90	7.31	13.12
	21.51	14.24	241.6	277.3	9.06	88.3	7.33	11.72
	21.74	14.25	241.6	277.3	8.59	83.7	7.33	11.44
	21.89	14.26	240.8	276.2	8.59	83.8	7.37	10.5
	22.11	14.27	241.2	276.7	8.51	82.9	7.46	11.55
	22.26	14.27	241.2	276.6	8.47	82.6	7.53	11.05
	22.48	14.29	239.5	274.6	8.61	84	7.59	12.26

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	22.63	14.29	241.2	276.5	8.72	85	7.64	15.04
	22.86	14.31	240.8	275.9	8.84	86.3	7.66	18.22
	22.93	14.33	240.8	275.8	8.87	86.6	7.63	19.03
	23.23	14.34	240.4	275.2	9.49	92.6	7.64	20.92
	23.38	14.35	240.4	275.1	9.36	91.4	7.62	20.25
	23.45	14.34	240.8	275.6	8.29	81	7.64	21.5
	23.6	14.34	240.8	275.6	8.92	87.1	7.62	22.27
	23.75	14.34	241.2	276.2	8.75	85.4	7.6	22.58
	23.98	14.34	240.4	275.2	8.8	85.9	7.59	22.16
	24.13	14.37	241.6	276.5	8.94	87.3	7.61	22.09
	24.28	14.38	241.6	276.4	8.73	85.3	7.61	23.26
	24.5	14.38	241.2	275.9	8.28	80.9	7.61	22.84
	24.65	14.39	241.6	276.3	9.17	89.6	7.63	23.99
	24.87	14.39	241.2	275.8	8.36	81.7	7.62	23.92
	25.17	14.39	241.6	276.3	9.35	91.4	7.62	25
	25.32	14.41	241.6	276.2	8.33	81.4	7.59	23.37
	25.55	14.41	241.6	276.2	9.09	88.9	7.59	23.08
	25.77	14.43	242.1	276.5	8.52	83.3	7.57	22.35
	25.92	14.43	243.3	278	8.77	85.8	7.56	21.88
	25.99	14.44	242.5	276.9	8.97	87.7	7.55	22.43
	26.22	14.46	243.3	277.8	8.64	84.6	7.53	21.35
	26.52	14.48	242.5	276.7	8.66	84.8	7.53	21.15
	26.74	14.47	242.9	277.2	8.8	86.1	7.52	21.1
	26.97	14.47	242.9	277.2	8.7	85.2	7.5	20.84
	26.97	14.47	242.9	277.2	8.43	82.6	7.5	21.02
	26.97	14.47	242.5	276.7	8.32	81.4	7.55	20.56
	27.04	14.47	242.5	276.7	8.19	80.2	7.63	20.27
	27.04	14.47	242.5	276.7	8.3	81.3	7.72	20.65
	27.04	14.47	242.5	276.7	8.22	80.5	7.8	21.2
	27.11	14.48	242.9	277.2	8.31	81.4	7.88	21.55
	27.19	14.48	242.9	277.1	8.29	81.2	7.97	21.82
	27.41	14.48	242.5	276.7	8.32	81.5	8.06	22.17
	27.56	14.48	242.9	277.1	8.5	83.3	8.15	22.52
	27.71	14.49	243.8	278.1	8.5	83.2	8.25	23.18
	27.86	14.52	314.6	358.5	9.82	96.2	8.34	23.47
	28.09	14.55	328.6	374.2	12.32	120.9	8.39	24.75
	28.24	14.55	334.1	380.5	13.87	136.1	8.41	25.86
	28.38	14.56	340.9	388.1	14.88	145.9	8.43	26.67
	28.61	14.56	351	399.7	15.48	151.9	8.45	27.51
	28.76	14.56	356.1	405.4	15.97	156.7	8.47	28.31
	28.98	14.56	357	406.4	16.63	163.1	8.48	29.12
	29.13	14.56	356.1	405.4	17.02	167	8.5	29.7
	29.21	14.57	365	415.5	17.17	168.5	8.52	30.15
	29.36	14.58	380.3	432.8	17.43	171	8.54	30.57
	29.51	14.58	373.9	425.5	17.5	171.7	8.56	30.94
	29.65	14.58	377.3	429.4	17.72	173.9	8.58	31.05
	29.88	14.58	380.7	433.2	17.88	175.5	8.6	31.13
	30.1	14.6	404.5	460.1	18.14	178.1	8.62	31.48
	30.25	14.6	407	462.9	18.27	179.4	8.63	31.75
	30.55	14.6	412.1	468.7	18.35	180.1	8.65	31.7
	30.78	14.61	436.7	496.6	18.34	180	8.66	31.52
	30.92	14.62	449.8	511.4	18.11	177.9	8.68	31.45
	31.22	14.63	459.2	521.9	17.68	173.7	8.69	31.34
	31.37	14.63	470.6	534.8	17.25	169.5	8.71	31.32
	31.6	14.64	485.4	551.6	16.87	165.8	8.72	31.32

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	31.75	14.64	486.7	553	16.39	161	8.73	31.23
	31.82	14.64	486.3	552.5	16.05	157.7	8.74	31.04
	32.04	14.64	485.9	552	15.83	155.5	8.75	30.69
	32.19	14.66	521.5	592.3	15.65	153.8	8.76	30.27
	32.34	14.67	528.7	600.4	15.11	148.6	8.78	30.03
	32.49	14.67	531.7	603.7	14.34	141	8.79	29.94
	32.64	14.67	527.8	599.4	13.7	134.7	8.8	29.87
	32.79	14.67	541.8	615.2	13.21	129.9	8.8	29.64
	32.94	14.68	546.9	620.8	12.78	125.6	8.81	29.2
	33.09	14.68	546.9	620.8	12.34	121.4	8.82	28.8
	33.17	14.69	545.2	618.8	12	118.1	8.82	28.47
	33.46	14.69	556.3	631.3	11.8	116	8.83	28.25
	33.54	14.7	574.5	651.8	11.35	111.7	8.83	28.12
	33.69	14.71	577.5	655	10.79	106.2	8.84	28.09
	33.84	14.7	577.5	655.1	10.25	100.8	8.84	27.94
	33.99	14.71	579.1	657	9.95	97.9	8.85	27.73
	34.14	14.71	575.3	652.6	9.65	94.9	8.85	27.43
	34.21	14.71	575.8	653.1	9.52	93.7	8.86	27.21
	34.44	14.71	574.1	651.2	9.38	92.3	8.87	27.03
	34.58	14.71	581.7	659.8	9.32	91.7	8.88	26.88
	34.58	14.71	584.7	663.1	9.21	90.6	8.89	26.73
	34.73	14.73	589.7	668.7	9.07	89.3	8.9	26.48
	34.96	14.74	616.5	698.8	8.89	87.5	8.91	26.15
	35.11	14.74	622	704.9	8.48	83.5	8.91	25.71
	35.26	14.76	632.1	716.2	7.88	77.6	8.92	25.33
	35.48	14.76	635.1	719.5	7.3	71.9	8.92	24.93
	35.56	14.77	644.4	730	6.78	66.8	8.93	24.64
	35.78	14.78	647.8	733.7	6.32	62.3	8.93	24.32
	35.93	14.77	647.8	733.7	5.92	58.3	8.94	24.04
	36.08	14.78	651.2	737.5	5.65	55.7	8.94	23.71
	36.23	14.78	653.8	740.3	5.51	54.3	8.94	23.42
	36.38	14.79	671.6	760.2	5.44	53.6	8.95	23.16
	36.38	14.79	668.2	756.4	5.2	51.3	8.96	22.81
	36.38	14.79	666.5	754.5	4.95	48.8	8.96	22.4
	36.38	14.79	666.5	754.4	4.8	47.4	8.97	21.85
	36.6	14.8	668.2	756.2	4.71	46.5	8.98	21.25
	36.75	14.8	669	757.3	4.63	45.6	8.99	20.59
	36.9	14.8	675.8	764.8	4.61	45.5	8.99	19.92
	37.05	14.8	672.9	761.5	4.5	44.4	9	19.19
	37.27	14.8	672.4	761	4.44	43.8	9.01	18.53
	37.5	14.84	715.7	809.2	4.39	43.3	9.02	17.63
	37.72	14.86	733.9	829.4	4.17	41.2	9.02	16.73
	37.95	14.87	740.7	836.9	3.73	36.8	9.03	15.98
	38.17	14.87	746.6	843.5	3.26	32.2	9.03	15.34
	38.32	14.88	752.1	849.4	2.94	29	9.04	14.79
	38.47	14.91	774.6	874.4	2.66	26.3	9.04	14.15
	38.69	14.91	772.5	871.8	2.37	23.5	9.05	13.38
	38.92	14.91	777.2	877.1	2.08	20.5	9.05	12.63
	39.14	14.93	783.9	884.4	1.93	19.1	9.05	12.03
	39.29	14.94	795.8	897.5	1.78	17.6	9.06	11.35
	39.51	14.95	800.5	902.5	1.66	16.4	9.06	10.68
	39.74	14.97	803.9	906	1.49	14.8	9.07	9.82
	39.96	14.98	820.8	924.8	1.31	13	9.07	8.94
	40.19	14.99	822.5	926.5	1.15	11.4	9.07	7.94
	40.41	15	823.8	927.6	1.03	10.2	9.07	6.79

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	40.64	15.01	825.9	929.9	0.92	9.1	9.07	5.71
	40.86	15.01	826.8	930.8	0.86	8.5	9.08	4.67
	41.01	15.02	829.3	933.5	0.79	7.8	9.08	3.71
	41.23	15.05	844.1	949.5	0.74	7.4	9.08	2.43
	41.46	15.06	847.5	952.9	0.71	7	9.08	0.99
	41.61	15.07	847.1	952.4	11.13	110.4	9.08	-0.2
	41.83	15.07	848.4	953.8	3.45	34.2	9.09	-1.29
	42.05	15.08	851.8	957.2	5.76	57.1	9.09	-2.68
	42.2	15.1	853.9	959.3	1.92	19.1	9.09	-3.91
	42.43	15.1	853.5	958.8	1.72	17.1	9.09	-5.12
	42.65	15.11	855.2	960.3	1.6	15.9	9.09	-6.42
	42.8	15.12	859.4	965	1.81	18	9.09	-7.56
	43.1	15.13	860.7	966.2	1.76	17.5	9.09	-8.98
	43.32	15.14	861.5	966.9	1.37	13.6	9.09	-10.32
	43.47	15.14	862	967.3	1.23	12.2	9.1	-11.51
	43.62	15.15	863.2	968.5	1.15	11.4	9.1	-12.94
	43.85	15.16	865.8	971.1	1.11	11	9.1	-14.24
	44.07	15.17	865.8	971	1.07	10.6	9.1	-15.54
	44.22	15.17	866.2	971.5	1.03	10.3	9.1	-16.88
	44.3	15.17	866.2	971.5	1.02	10.1	9.1	-18.27
	44.44	15.18	869.2	974.3	1	10	9.1	-19.43
	44.59	15.2	870	975	0.97	9.7	9.1	-20.82
	44.82	15.2	870.4	975.4	0.96	9.5	9.1	-21.96
	44.97	15.2	870.9	975.9	0.8	8	9.11	-23.04
	45.19	15.21	871.7	976.5	0.91	9	9.1	-24.16
	45.27	15.22	872.6	977.3	0.91	9	9.11	-25.12
	45.42	15.23	873.8	978.5	0.91	9.1	9.11	-26.11
	45.64	15.25	875.1	979.4	0.91	9	9.11	-27.13
	45.79	15.26	875.9	980.2	0.9	9	9.11	-28.06
	45.79	15.26	874.7	978.8	0.89	8.9	9.11	-29
	45.86	15.26	875.5	979.7	0.9	9	9.11	-29.89
	45.86	15.26	875.9	980.2	0.91	9.1	9.11	-30.67
	46.01	15.27	876.4	980.4	0.94	9.4	9.11	-31.73
	46.01	15.27	875.9	979.9	0.94	9.4	9.11	-32.68
	46.09	15.26	875.5	979.6	0.93	9.3	9.11	-33.85
	46.16	15.28	877.6	981.6	0.86	8.6	9.11	-35.04
	46.31	15.28	877.6	981.5	0.86	8.6	9.11	-36.23
	46.39	15.28	876.8	980.5	0.88	8.8	9.11	-37.48
	46.46	15.29	876.8	980.4	0.88	8.7	9.11	-38.85
	46.46	15.28	877.6	981.4	0.86	8.5	9.11	-40.04
	46.61	15.29	878.1	981.8	0.83	8.2	9.11	-41.64
	46.83	15.3	878.1	981.6	0.81	8.1	9.11	-43.27
	46.98	15.29	878.1	981.7	0.81	8	9.11	-44.63
	47.21	15.31	878.5	981.8	0.8	8	9.11	-46.24
	47.43	15.32	878.9	982.1	0.79	7.9	9.11	-47.76
	47.66	15.32	878.9	982.1	0.81	8.1	9.11	-49.26
	47.96	15.32	879.3	982.4	0.8	7.9	9.12	-50.8
	48.18	15.33	879.8	982.7	0.77	7.7	9.12	-52.15
	48.4	15.33	879.3	982.2	0.77	7.7	9.12	-53.67
	48.7	15.34	879.8	982.4	0.76	7.6	9.12	-55.13
	48.93	15.35	880.2	982.8	0.76	7.6	9.12	-56.17
	49.08	15.35	880.6	983.1	0.76	7.6	9.12	-57.18
	49.3	15.36	881	983.4	0.77	7.7	9.12	-58.35
	49.45	15.36	879.8	981.9	0.75	7.5	9.12	-59.43
	49.67	15.36	880.2	982.4	0.75	7.5	9.12	-60.29

2005/08/31

S1 LOG	Depth	Temp	Cond	Cond20	O2ppm	O2%	pH	Eh
04/11/03	49.75	15.37	880.6	982.7	0.75	7.5	9.12	-61.06
	49.97	15.37	881	983.2	0.75	7.4	9.12	-61.74
	49.82	15.37	881	983.2	0.75	7.4	9.12	-62.26
	49.9	15.36	880.2	982.3	0.73	7.3	9.12	-62.61
	49.9	15.36	880.6	982.8	0.72	7.2	9.12	-63
	49.97	15.36	881	983.3	0.73	7.3	9.12	-63.57
	49.97	15.37	880.2	982.3	0.72	7.2	9.12	-64.1
	49.9	15.37	881	983.1	0.72	7.2	9.12	-64.61
	49.97	15.37	880.2	982.3	0.7	7	9.12	-65.16
	49.97	15.37	880.6	982.7	0.71	7.1	9.12	-65.88
	49.9	15.37	881	983.1	0.71	7.1	9.12	-66.7
	49.97	15.37	880.6	982.7	0.71	7.1	9.12	-67.69
	49.97	15.37	880.6	982.7	0.72	7.2	9.12	-68.79
	49.9	15.36	880.6	982.9	0.74	7.4	9.13	-69.89
	49.97	15.36	881	983.3	0.85	8.5	9.13	-70.97
	49.97	15.37	880.6	982.7	0.85	8.4	9.13	-71.99
	50.35	15.38	882.7	984.7	0.81	8.1	9.13	-73.11

I dati raccolti sono stati graficizzati nella figura allegata, dove sono stati messi a confronto i differenti punti di indagine, in correlazione con le caratteristiche meccaniche del sondaggio e la stratigrafia. E' stato anche indicato il piano viabile di progetto della galleria.

Il log del 04.11.03 ha denotato, per i vari parametri analizzati:

- profondità raggiunta con la sonda di poco superiore ai 72 m.p.c., contro gli 80 m. originari del sondaggio;
- variabilità dei valori di ossigeno disciolto, pH ed Eh sino a quota 50.3 m.p.c., dove termina la presenza del rivestimento in ferro, legata alla presenza di turbolenze entro il rivestimento;
- punto di discontinuità generale in corrispondenza della profondità di 50.3 m.p.c., base del rivestimento in ferro;
- gradienti mediamente omogenei per la temperatura e conducibilità;
- punto di flesso a profondità di circa 59 m.p.c. (ove si ha una litologia calcarea marnosa con marne foliate), inizio della tendenza ai valori tipici della falda indagata (escludendo cioè la porzione superiore, con predominanza di acqua più dolce).
- valori idrochimici di inquadramento del 03.11.03 coerenti in generale con quanto rilevato nel log del giorno successivo;

- valori idrochimici della sorgente termale che si discostano decisamente da quelli del sondaggio S1.

4. CONCLUSIONI

I dati ottenuti dal log effettuato in foro di sondaggio S1 il 04.11.03 sono stati confrontati con quelli della risorgiva termale di Acquasanta Terme, e con le letture strumentali eseguite il giorno precedente alla effettuazione del log stesso, all'interno dell'S1.

Da ciò si può riassumere, come valori medi:

RISORGIVA TERMALE (quota circa 340.8 m.s.l.m.)

pH: 6.9

T: 29.7 °C

Cond./20°: 4880 µS/cm

Eh: -1250 mV

O2: 21.5 mg/l

LETTURE S1 PRIMA DELLA PROVA LUGEON (liv. dinamico falda acquifera, a quota assoluta di 413 m.s.l.m.)

pH: 7.7

T: 14.7 °C

Cond./20°: 980 µS/cm

Eh: -160 mV

O2: 1.8 mg/l

LETTURE S1 DOPO PROVA LUGEON, A FONDO FORO (liv. statico falda acquifera a quota assoluta di 444.6 m.s.l.m.)

pH: 9.1

T: 15.4 °C

Cond./20°: 985 µS/cm

Eh: -73 mV

O2: 0.8 mg/l

Il log eseguito mostra un primo andamento variabile nei valori, con l'ossigeno che si attesta sui valori naturali (ca. 10 mg/l).

La temperatura aumenta secondo il normale gradiente geotermico di 1°C ogni 33 m. ca, risente però di una variazione leggera ma ben distinguibile, a circa -59.00 m. di profondità.

Stesso punto viene evidenziato sulla conducibilità, che varia inizialmente, assestandosi poi ai valori tipici, così come l'ossigeno disciolto ed il potenziale redox.

Non si deve dimenticare che le misure sono state effettuate in una condizione dinamica in atto, sia dal punto di vista fisico (gradiente d'acqua) che chimico (immissione di acque dolci a contatto con acqua più calda e a chimismo differente).

Tale condizione dinamica è evidenziata da O₂ che aumenta da -50.20 m. a -53.70 area non interessata dalla falda acquifera, il cui livello dinamico è posto a -53.72 m.p.c. al momento dell'esecuzione del log, ma permeata da acqua il giorno precedente.

I valori tipici dell'acqua di falda entro il foro di sondaggio si riscontrano alla profondità di circa -59/-60 m.p.c., profondità alla quale si ha presenza di acqua in condizioni spiccatamente riducenti, probabilmente anche dovute alla limitata permeabilità dei litotipi.

I dati raccolti andranno verificati con le risultanze delle analisi chimiche, relative ai campioni di acqua prelevati entro il foro di sondaggio S1.

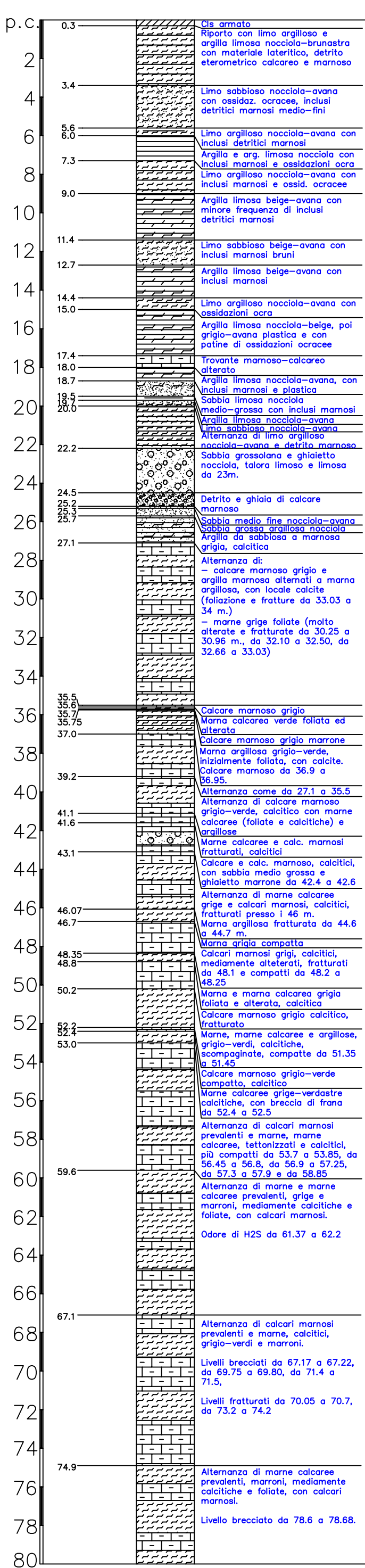
I parametri fisici rilevati al sondaggio S1 mostrano valori discordanti con la sorgente termale, posta a quota di circa 70 m. inferiore rispetto alla superficie piezometrica statica della falda presente entro il foro di sondaggio (livello statico a -21.90m dal p.c.).

A parte le medesime condizioni riducenti dell'ambiente, si hanno mineralizzazioni differenti e condizioni acido/base opposte.

Morciano di Romagna, novembre 2003

5. INDICE

1.PREMESSA	2
2.INQUADRAMENTO DEL SONDAGGIO S1	3
3.IL LOG MULTIPARAMETRICO	4
3.1.CONDIZIONI DEL TEST	4
3.2.I DATI IDROCHIMICI	4
4.CONCLUSIONI	18
5.INDICE	20



466.5 slm

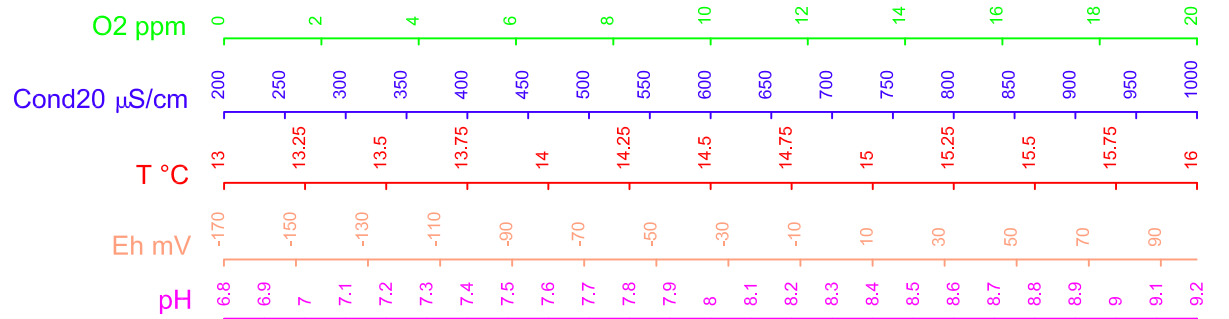
perforazione
Ø 127 mm

rivestimento
in ferro Ø
127 mm

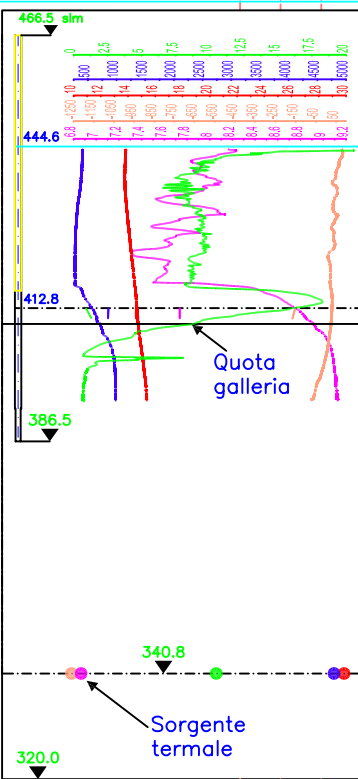
LEGENDA

- Valori sorgente Terme (circa 340.8 slm)
- Log del 03.11.03, con rivestimento a 73.5 m.
- Log del 04.11.03, dopo la prova Lugeon

APPARECCHIATURA:
Sonda Ocean Seven 301
PROBE a 7 sensori
COSTRUTTORE:
Ildronaut (MI)
CODICE:
RE3.3.99



21.90 (04.11.03)



50.3

53.72 (03.11.03)

Quota di progetto
piano viabile galleria

Flesso:
inizio tendenza
ai valori
formazionali

73.5

perforazione
Ø 101 mm

Rimini, li 04/06/2004

CERTIFICATO DI ANALISI

Studio: **200401923** del **28/05/2004**

Committente:
A.N.A.S.

Campionamento effettuato da: **C.S.A.**
Codice campione: **2004014176**
Descrizione campione: **Acqua superfice**

Via Isonzo
61100 Ancona (AN)

Parametri	Unità di misura	Risultati	Limiti di Legge (DPR 236/88)	
			VG	CMA
Temperatura	°C	22,5	12	25
pH	unità pH	7,74	6,5-8,5	
Conducibilità elettrica a 20 °C	µS/cm	1375	400	
Potenziale di ossido-riduzione (REDOX)	mV	150		
Cloruri (ione cloruro)	mg/l	104	25	
Solfati (ione solfato)	mg/l	44,7	25	250
Calcio (Ca)	mg/l	51,8	100	
Magnesio (Mg)	mg/l	12,4	30	50
Durezza totale	°F	18,1		
Residuo fisso a 180 °C	mg/l	880		1500
Nitrati (ione nitrato)	mg/l	256	5	50
Ossidabilità (O2)	mg/l	1,76	0,5	5
Carbonio organico totale	mg/l	2,5		
Idrogeno solforato (H2S)	mg/l	0,80		
Carbonati (ione carbonato)	mg/l	28,8		
Fosforo totale (P2O5)	µg/l	520	400	5000
Coliformi totali	su 100 ml	41		0
Coliformi fecali	su 100 ml	0		0
Streptococchi fecali	su 100 ml	0		0
Spore clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	0		0

Pag. 1 di 2

Gruppo C.S.A. S.p.A.

Via al Torrente 22
47900 Rimini

telefono 0541 791050 (8 linee r.a.)
telefax 0541 791045 (2 linee r.a.)

www.csaricerche.com
info@csaricerche.com

Codice Fiscale - Partita Iva - Iscrizione al registro Imprese di Rimini al n. 03231410402 - Capitale Sociale € 350.000,00 di cui versato € 150.000,00

segue certificato del 04/06/2004

Codice campione: 2004014176

Parametri	Unità di misura	Risultati	Limiti di Legge (DPR 236/88)	
			VG	CMA
Computo delle colonie su Agar a 36 °C	UFC/1 ml	4500	10	
Computo delle colonie su Agar a 22 °C	UFC/1 ml	7000	100	

Note: UFC = Unità Formanti Colonia

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio



Microbiologo



Il Direttore del Laboratorio
(Dr. Adone Carlo Saravalle)

Rimini, li 04/06/2004

CERTIFICATO DI ANALISI

Studio: **200401923** del **28/05/2004**

Committente:
A.N.A.S.

Campionamento effettuato da: **C.S.A.**
Codice campione: **2004014175**
Descrizione campione: **Acqua fondo**

Via Isonzo
61100 Ancona (AN)

Parametri	Unità di misura	Risultati	Limiti di Legge (DPR 236/88)	
			VG	CMA
Temperatura	°C	22,5	12	25
pH	unità pH	8,53	6,5-8,5	
Conducibilità elettrica a 20 °C	µS/cm	1448	400	
Potenziale di ossido-riduzione (REDOX)	mV	180		
Cloruri (ione cloruro)	mg/l	192	25	
Solfati (ione solfato)	mg/l	24,5	25	250
Calcio (Ca)	mg/l	8,17	100	
Magnesio (Mg)	mg/l	2,36	30	50
Durezza totale	°F	3,0		
Residuo fisso a 180 °C	mg/l	926	1500	
Nitrati (ione nitrato)	mg/l	59,7	5	50
Ossidabilità (O2)	mg/l	4,40	0,5	5
Carbonio organico totale	mg/l	6,6		
Idrogeno solforato (H2S)	mg/l	5,53		
Carbonati (ione carbonato)	mg/l	52,8		
Fosforo totale (P2O5)	µg/l	280	400	5000
Coliformi totali	su 100 ml	930	0	
Coliformi fecali	su 100 ml	350	0	
Streptococchi fecali	su 100 ml	180	0	
Spore clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	0	0	

Pag. 1 di 2

Gruppo C.S.A. S.p.A.

Via al Torrente 22
47900 Rimini

telefono 0541 791050 (8 linee r.a.)
telefax 0541 791045 (2 linee r.a.)

www.csaricerche.com
info@csaricerche.com

Codice Fiscale - Partita Iva - Iscrizione al registro Imprese di Rimini al n. 03231410402 - Capitale Sociale € 350.000,00 di cui versato € 150.000,00

segue certificato del 04/06/2004

Codice campione: 2004014175

Parametri	Unità di misura	Risultati	Limiti di Legge (DPR 236/88)	
			VG	CMA
Computo delle colonie su Agar a 36 °C	UFC/1 ml	3600	10	
Computo delle colonie su Agar a 22 °C	UFC/1 ml	430	100	

Note: UFC = Unità Formanti Colonia

I risultati analitici si intendono riferiti esclusivamente al campione analizzato presso questo Laboratorio.
Il presente Documento non può essere riprodotto parzialmente, salvo approvazione scritta da parte del Laboratorio



Pag. 2 di 2

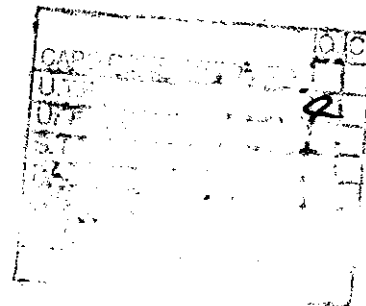
Gruppo C.S.A. S.p.A.

Via al Torrente 22
47900 Rimini

telefono 0541 791050 (8 linee r.a.)
telefax 0541 791045 (2 linee r.a.)

www.csaricerche.com
info@csaricerche.com

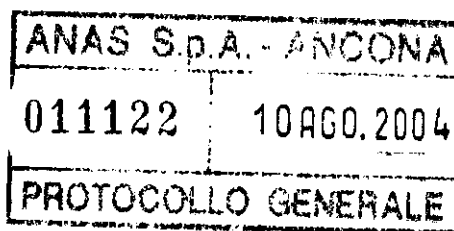
Codice Fiscale - Partita Iva - Iscrizione al registro Imprese di Rimini al n. 03231410402 - Capitale Sociale € 350.000,00 di cui versato € 150.000,00



Committente:
A.N.A.S. SPA
Compartimento
di Ancona
Via Isonzo
60124 Ancona
(AN)

Rapporto di prova n°2004014175

Indagine su piezometro sito in Acquasanta (AP)



REV	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	CODICE STUDIO	AUTORI
A	7 Giugno 2004	Indagine Acque Sotterranee	200401923	Dott. Roberto Giani

Roberto Giani

Premessa

Il presente rapporto descrive l'attività svolta dal Gruppo Centro Studi Ambientali nei giorni 26 e 27 maggio in seguito alla richiesta di ANAS S.p.A.

L'intervento è consistito nel campionamento di un piezometro per il monitoraggio della falda acquifera in prossimità della SS4 "Via Salaria" in località Acquasanta provincia di Ascoli.

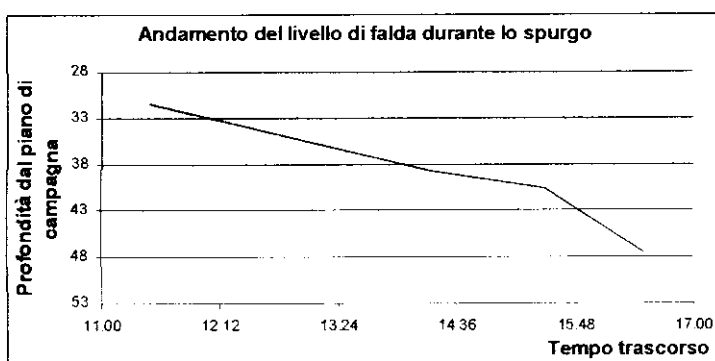
Esecuzione dei lavori

L'attività di campionamento si è svolta in due fasi distinte, la prima di pompaggio delle acque del piezometro, la seconda di prelievo del campione e di analisi in sito. La fase di spurgo è stata condotta il giorno 26 maggio 2004 dalle ore 11.30 alle 17.15. Il flusso di pompaggio è stato stabilito in base al diametro alla profondità del piezometro e al livello di falda.

In base alle informazioni raccolte (tabella) il flusso di spurgo è stato tarato a 1,0 l/min e il volume estratto a fine operazione corrisponde a circa 7 volumi d'acqua contenuti. Durante questa fase sono stati tenuti sotto controllo i parametri chimico-fisici del piezometro e il livello della falda (tabella).

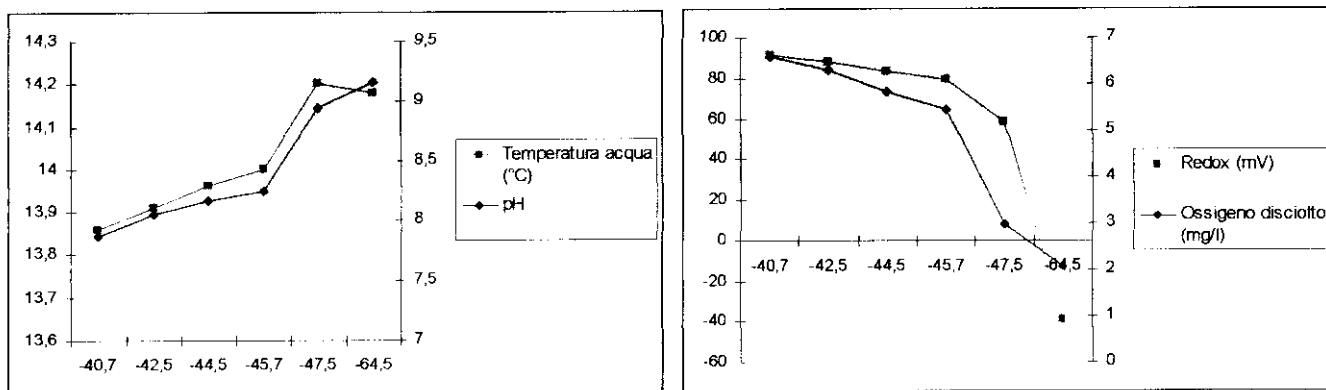
La tabella sottostante riporta tutti i dati tecnici riassuntivi della fase di spurgo condotta il 26 maggio 2004.

Parametro	UM	Valore
Diametro piezometro	cm	8,1
Profondità piezometro p.c.	m	75,55
Portata pompa sommersa	l/min	1,0
Immersione pompa	m	40,0
Volume d'acqua contenuto nel pz	l	227,0
Livello di falda inizio prova p.c.	m	31,48
Livello di falda p.c. ore 14:20	m	38,8
Livello di falda p.c. ore 15:30	m	40,61
Livello di falda p.c. ore 16:30	m	47,61



Il giorno 27 maggio 2004 è stata eseguita la fase di campionamento. Essa è stata condotta tramite l'esecuzione di una serie di misurazioni chimico-fisiche tramite sonda multiparametrica immersa a sei profondità per evidenziare eventuali stratificazioni dell'acqua (tabella). Il campionamento è stato effettuato tramite campionatore statico, e sono stati prelevati due campioni, uno in superficie (tabella) e uno in profondità (tabella).

In allegato sono riportati i certificati di analisi dei due campioni e le schede della strumentazione utilizzata.



Sondaggio S1						
Parametro	Risultati					
Temperatura aria (°C)	20,2	20,2	20,1	20,1	20,1	20
Temperatura acqua (°C)	13,86	13,91	13,96	14	14,2	14,18
pH	7,87	8,05	8,17	8,25	8,94	9,16
Conducibilità (mS/cm)	1,254	1,301	1,309	1,297	1,023	1,27
Redox (mV)	91	88	83	79	58	-39
Ossigeno disciolto (mg/l)	6,59	6,29	5,83	5,45	2,98	2,06
Profondità misura (m)	-40,7	-42,5	-44,5	-45,7	-47,5	-64,5

Commento ai risultati

La temperatura dell'acqua alle varie profondità non subisce modificazioni indicative, come pure la conducibilità elettrica.

Si osserva, invece, un innalzamento del valore del pH che, nell'intorno della neutralità alla misura determinata a -40,7 metri, diventa decisamente alcalino nelle misure alle due profondità maggiori.

Riguardo all'ossigeno disciolto ed al potenziale di ossidoriduzione (Redox), si registra una diminuzione graduale nelle misure man mano che si scende di

profondità. Questi due parametri sono strettamente correlati tra loro ed il Redox diventa negativo, indicando la presenza di un ambiente riducente anziché ossidante, in relazione alla diminuita concentrazione di ossigeno disciolto.

Relativamente al confronto con le acque delle sorgenti di Acquasanta Terme, considerando anche gli altri risultati analitici di laboratorio allegati, si esclude trattarsi delle medesime acque, per i seguenti motivi:

- non si riscontrano fenomeni di termalismo, come si evince dalle temperature determinate a vari livelli di profondità, che si attestano attorno ai 14°C, tipiche delle acque profonde naturali non termali;
- l'ambiente non è fortemente riducente ed il Redox diventa negativo solo nella misura effettuata alla profondità maggiore, e non raggiunge i livelli che si registrano nelle sorgenti di Acquasanta Terme, che sono ben oltre i -200 mV;
- la concentrazione totale dei sali disciolti, deducibile delle Conducibilità, non raggiunge i valori che sono presenti nelle sorgenti di Acquasanta Terme;
- la concentrazione dell'idrogeno solforato, altra caratteristica peculiare delle sorgenti di Acquasanta Terme, è almeno un quarto di quella che si riscontra in dette sorgenti.

Queste considerazioni si ritengono sufficienti per escludere qualunque relazione tra i due tipi di acque.

SCHEDE STRUMENTAZIONE

In relazione alle analisi dello studio 200401923 del 28 maggio 2004 si specifica quanto segue.

Per le determinazioni "in situ" di Temperatura, pH, Conducibilità elettrica e Potenziale di ossidoriduzione (Redox) si è utilizzata

- **Sonda multiparametrica QUANTA G Hydrolab**

Per la determinazione di Cloruri, Solfati e Nitrati si è utilizzato

- **Cromatografo ionico DX-100 Dionex con autocampionatore AS 40 Dionex**

Per la determinazione di Calcio, Magnesio e Durezza totale si è utilizzato

- **Spettrometro di massa con sorgente al plasma modello 7500A Agilent con autocampionatore AS 500 Cetac**

Per le determinazioni colorimetriche di Idrogeno solforato e Fosforo totale si è utilizzato

- **Spettrofotometro ad assorbimento molecolare UV-VIS a doppio raggio HELIOS ALPHA Unicam**

Per la determinazione del TOC si è utilizzato

- **Analizzatore in continuo Total Carbon Monitor TCM 480 Carlo Erba**

Per le restanti determinazioni non si è utilizzato alcuno strumento particolare, ma normale vetreria di laboratorio, come pure per le determinazioni microbiologiche.

Gruppo CSA
(*Dott. Roberto Giani*)