



REGIONE MARCHE
Assessorato alla Protezione Civile

Progetto regionale di captazione idropotabile
tramite perforazione di pozzo e monitoraggio
delle risorse idriche preesistenti in località Burano

Relazione di sintesi



Aquater

S. Lorenzo in Campo (PS)
1992

er
COL.

A
R
T
I
C
O
L
I

I N D I C E

1. PREMESSA ED OBIETTIVI DEL PROGETTO	Pag.	1
2. AREA DI STUDIO E METODOLOGIA DI LAVORO	"	2
3. GEOMORFOLOGIA	"	3
4. GEOLOGIA	"	4
5. ASSETTO TETTONICO-STRUTTURALE	"	9
6. IDROGEOLOGIA ED IDROCHIMICA	"	11
6.1 <u>Carsismo</u>	"	14
6.2 <u>Monitoraggio idrogeologico</u>	"	15
6.3 <u>Analisi isotopiche</u>	"	18
6.4 <u>Conclusioni idrogeologiche</u>	"	20
7. CLIMATOLOGIA E BILANCIO IDROGEOLOGICO	"	21
7.1 <u>Bilancio idrogeologico</u>	"	22
8. PERFORAZIONE POZZO "CAGLI 1"	"	25
8.1 <u>Prova di portata</u>	"	26
9. MONITORAGGIO STRUMENTALE	"	28
10. RISULTATI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	"	30

1. PREMESSA ED OBIETTIVI DELLO STUDIO

Il presente lavoro illustra in sintesi tutte le attività svolte ed i risultati ottenuti nell'ambito del "Progetto Regionale di captazione idropotabile tramite perforazione di pozzo e monitoraggio delle risorse idriche preesistenti in località Burano", affidato all'Aquater S.p.a. dalla Regione Marche su finanziamenti del Ministero della Protezione Civile.

Tutte le attività operative di campo e le elaborazioni eseguite sono state finalizzate al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- a) Individuare e valutare i caratteri idrogeologici dell'area.
- c) Valutare i rapporti tra i prelievi del pozzo da perforare nell'ambito del progetto e le sorgenti della zona, stimando le risorse idriche sotterranee disponibili.
- d) Assicurare un costante controllo della quantità e qualità delle acque.

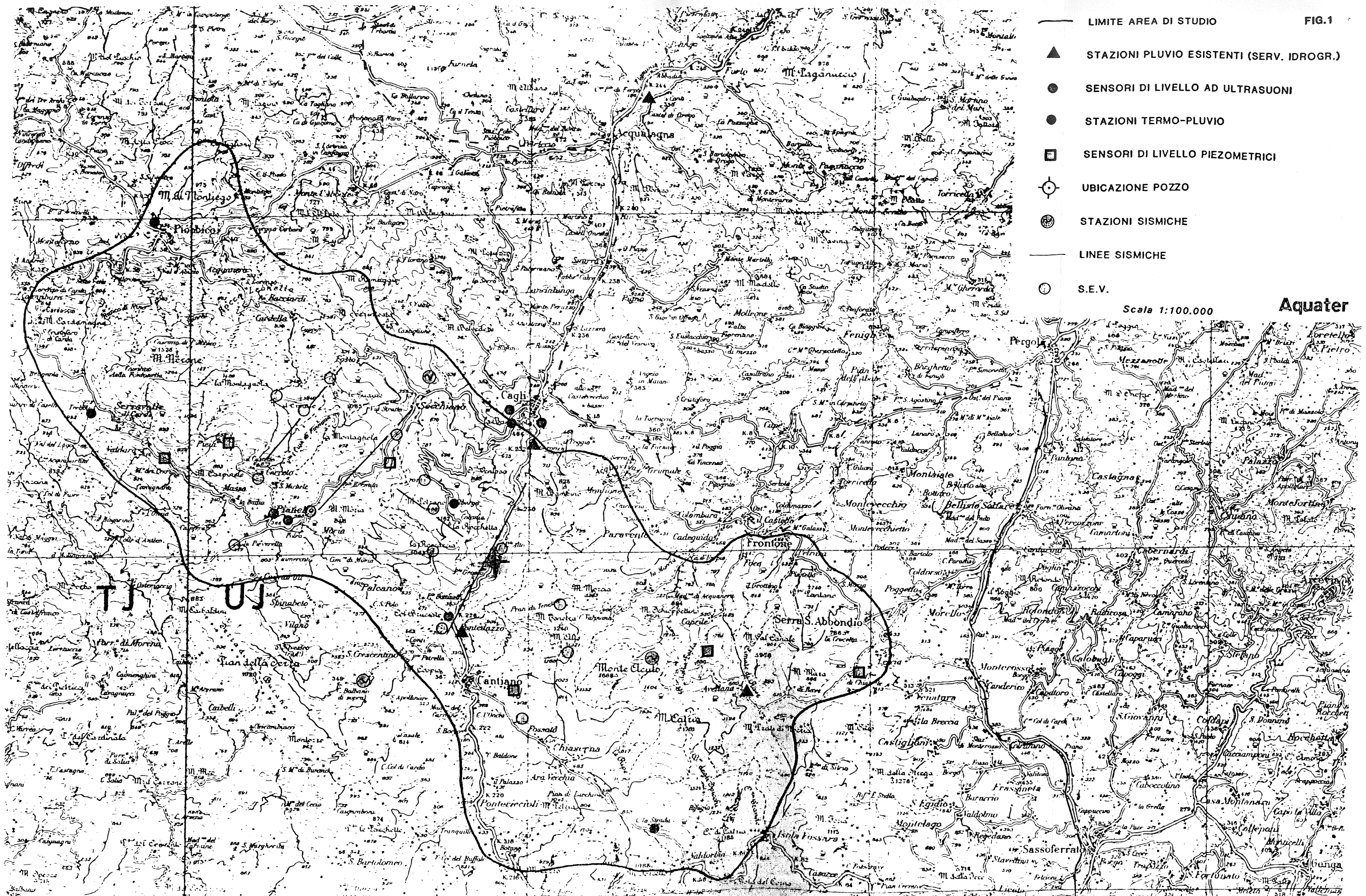
L'intero studio, sia come approccio metodologico che come attività operativa e risultati tecnico-scientifici, si deve considerare uno strumento di avanzata concezione nell'ambito della ricerca idrogeologica italiana.

2. AREA DI STUDIO E METODOLOGIA DI LAVORO

L'area studiata (Fig. 1), copre una superficie totale di 250 Km², allungata in senso NO-SE ed è ubicata nella parte più settentrionale della dorsale carbonatica umbro-marchigiana, centrata in particolare sulla struttura antiforale del M. Catria-M. Nerone; nella zona di studio ricadono i territori di sette comuni (Apecchio, Piobbico, Cagli, Cantiano, Frontone, Scheggia e Sassoferrato).

L'approccio metodologico seguito per la realizzazione dello studio è così schematizzabile:

- a) Rilevamento geologico-strutturale dell'intera area in scala 1:25.000; rilievo geologico-strutturale e geomorfologico in scala 1:10.000 per la parte centrale della zona (circa 100 km²).
- b) Rilievo geologico, strutturale e plano-altimetrico delle principali cavità carsiche esistenti, caratterizzazione idrochimica delle acque rinvenute.
- c) Esecuzione di prospezioni geofisiche mediante sismica a rifrazione e sondaggi elettrici verticali.
- d) Censimento dei punti d'acqua esistenti nell'area (sorgenti, pozzi e sezioni fluviali significative) e predisposizione di una rete di monitoraggio mensile su punti "indice".
- e) Installazione di una rete di monitoraggio strumentale automatico, con teletrasmissione dei dati, sui punti d'acqua più significativi, relativa agli afflussi meteorici, temperature, livelli idrici in sorgenti e corsi d'acqua, microsismicità dell'area.
- f) Esecuzione di campagne mensili di monitoraggio dei principali parametri fisico-chimici sui punti della rete di controllo, per un periodo di 13 mesi.
- g) Perforazione di un pozzo sperimentale in località Ponte Alto (Fiume Burano), esecuzione di prove di emungimento sullo stesso per la determinazione dei fondamentali caratteri idrogeologici dell'area.



3. GEOMORFOLOGIA

In tutta l'area esaminata è osservabile una stretta corrispondenza tra assetto strutturale e morfologia; le zone più rilevate corrispondono, infatti, al nucleo della struttura anticlinalica con culminazioni assiali corrispondenti alle cime del M. Catria (settore sud-orientale) e del M. Nerone (nord-occidentale), dove affiorano i litotipi calcarei giurassici (Calcarea Massiccio).

La morfologia è tipicamente montuosa ed aspra, con forti acclività dei versanti, valli strette e profonde (gola del Bosso e del Burano) e quote che superano spesso i 1000 m slm; sui fianchi della dorsale le quote si fanno sempre più modeste, in stretta relazione alla natura più terrigena delle litofacies affioranti.

La sommità dei rilievi è caratterizzata da una morfologia dolce, con tratti poco acclivi separati dai fondi vallivi da versanti aventi generalmente pendenze elevate, di notevole estensione e livello.

Il modellamento di tali superfici sommitali, o paleosuperfici, è riferito al periodo compreso tra il Pliocene medio-sup. ed il Pleistocene inferiore; successivamente, in seguito al generale sollevamento dell'area ed al succedersi delle oscillazioni climatiche quaternarie, si assiste all'approfondimento verticale del reticolo di drenaggio, attivo in particolare durante le fasi interglaciali.

I principali fiumi (Candigliano, Bosso e Burano) scorrono verso oriente, attraversando la dorsale calcarea attraverso strette gole ortogonali alla struttura; questa caratteristica morfologica, comune a tutto l'Appennino umbro-marchigiano, è legata a fenomeni di antecedenza e sovrapposizione; tali condizioni hanno portato all'affioramento delle litofacies calcaree giurassiche lungo le strette valli fluviali, che costituiscono il nucleo della suddetta struttura.

Non mancano, comunque, segmenti dei corsi d'acqua minori che corrono in direzione appenninica per lo più lungo gli assi di sinclinori; a parte questi corsi d'acqua principali, l'idrografia superficiale risulta poco sviluppata a causa dell'elevato coefficiente di infiltrazione che caratterizza la quasi totalità dei terreni carbonatici affioranti.

Sui fianchi delle principali vallate e lungo le fasce pedemontane sono presenti alluvioni terrazzate più o meno estese e continue; i depositi alluvionali terrazzati esprimono anch'essi l'interferenza, nell'evoluzione morfostrutturale, fra il sollevamento tettonico dell'area e le principali fluttuazioni climatiche quaternarie.

4. GEOLOGIA

Lo schema geologico della struttura carbonatica M. Catria-M. Nerone, rappresenta la base preliminare per la definizione idrogeologica dell'area stessa; tale struttura è parte integrante e fondamentale del più vasto dominio geologico marchigiano, e si inserisce in tale quadro comprendendo la parte più settentrionale della dorsale carbonatica umbro-marchigiana.

I sedimenti in affioramento, caratterizzanti le serie stratigrafica presente che costituisce una successione generalmente continua, sono compresi tra il Trias superiore ed il Tortoniano. Tale successione è spesso ricoperta da depositi quaternari, non di rado di rilevante spessore; in essa possono essere distinti, al di sopra del Calcere Massiccio s.l., tre gruppi di formazioni: il gruppo giurassico, il gruppo supragiurassico-miocenico ed il gruppo neogenico.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche litostratigrafiche delle singole formazioni, sottolineando che nello schema idrogeologico alcune di queste figurano raggruppate in complessi idrogeologici maggiori.

1) Gruppo Giurassico

La sequenza giurassica è distinta in tre diverse successioni, ognuna delle quali riflette una evoluzione differenziata del bacino di sedimentazione, controllata dalla tettonica sinsedimentaria; questa è stata particolarmente attiva alla fine del Lias inferiore, causando l'annegamento della piattaforma carbonatica liassica (Calcere Massiccio) e l'instaurarsi di un ambiente a sedimentazione pelagica.

In tale gruppo si possono perciò distinguere diverse successioni carbonatiche quali:

a) Successione Completa

E' caratteristica delle aree a più rapida subsidenza del bacino e, dal basso verso l'alto, è formata dalle seguenti litofacies:

Calcere massiccio del Burano (Norico sup.-Sinemuriano inf.)

Costituisce, insieme al Calcere massiccio del M. Nerone, il termine più antico della locale successione; è costituito da calcari bianco-giallastri micritici grossolanamente stratificati in grossi banchi plurimetrici. Lo spessore della formazione affiorante è di circa 300 m; nell'area del Burano i dati del pozzo Agip "Burano 1" permettono di stimare per questa zona uno spessore totale della formazione di circa 700 m. Le principali aree di affioramento sono la Gola del Burano e l'area del M. Catria.

Corniola (Sinemuriano sup.-Pliensbachiano)

Il Calcarea Massiccio del Burano passa superiormente e con gradualità alla Corniola (calcarei micritici ben stratificati, da grigiastri a beige, con lenti e noduli di selce grigiastra e con intercalazioni argilloso-marnose grigio-verdastre, che diventano più frequenti nella parte alta della formazione). Lo spessore è molto variabile da zona a zona; è massimo nella gola del F. Bosso (dove supera i 300 m.), sul versante nord del M. Catria (Balze della Porta, 200 m. e nella gola del Burano (150 m.); si riduce sensibilmente fino a scomparire nelle zone marginali degli alti strutturali (Pian del Sasso sul M. Nerone)

Rosso Ammonitico s.l. (Toarciano - Batoniano p.p.)

La formazione è costituita prevalentemente da Marne nodulari con sottili intercalazioni calcaree e calcareo-marnose, anch'esse nodulari; la colorazione d'insieme è prevalentemente rossastra e la selce di norma assente. Lo spessore totale dell'unità varia da pochi metri (M. Nerone) ad una cinquantina di metri (Gola del Bosso).

Calcarei Diasprini umbro-marchigiani (Bathoniano p.p.-Titonico inf.)

Calcarei con liste e noduli di selce e calcari silicei d'aspetto granulare con selce in strati sottili (4-5 cm). Questa prevale nella porzione mediana dell'unità. Il colore è prevalentemente grigio-verdastro, ma spesso si hanno colorazioni policrome in corrispondenza dei livelli più selciferi.

b) Successione condensata

Caratteristica di aree a debole subsidenza ("Seamounts").

Calcarea Massiccio di M. Nerone (Norico sup.-Sinemuriano sup.)

Potente sequenza calcarea ciclotemica, di rilevante spessore (400-500 m.), rappresentata in prevalenza da calcari e dolomie a stratificazione indistinta o molto discontinua e grossolana. Le principali zone di affioramento di questa formazione sono situate ai due estremi Nord e Sud dell'area rilevata (M. Nerone a Nord, M. Acuto e Corno del Catria a Sud); una zona di affioramento minore è quella di Val Canale.

Formazione del Bugarone (Pliensbachiano - Titonico)

Successione potente non più di 40 metri di calcari micritici (talora dolomitizzati) e calcari marnosi nodulari, con intercalazioni marnose verdastre. Tradizionalmente questa formazione comprende cinque unità litostatigrafiche generalmente non cartografabili separatamente dato il loro esiguo spessore.

Nelle fasce di transizione tra zone di alto strutturale e bacini, sono presenti interdigitazioni tra facies complete e condensate, come si può osservare nella zona del Corno di Catria e nel versante Sud del M. Nerone (Zona di Pieia).

[Le principali aree di affioramento della formazione corrispondono con gli alti strutturali giurassici (M. Nerone, Corno di Catria, Val Canale).]

[c) Successione ridotta

Con questo termine si vogliono indicare tutte le sequenze litostratigrafiche caratterizzate da una sequenza giurassica post Calcare massiccio, caratterizzata da alternanze di facies litologicamente simili a quelle bacinali con facies tipiche di alto strutturale.

Gli affioramenti sono limitati al versante occidentale e alla sommità di M. Acuto.

2) Gruppo supragiurassico-Miocenico

Sulle tre successioni del gruppo giurassico, e a volte direttamente sul Calcare massiccio, si ha la sequenza pelagica del gruppo supragiurassico-miocenico costituito, dal basso verso l'alto:

Maiolica (Titonico - Barremiano)

Si tratta della formazione arealmente più estesa dell'area indagata, affiorante prevalentemente nella fascia centrale, sui fianchi dell'anticlinale M. Nerone-M. Catria.

E' costituita da calcari micritici biancastri ben stratificati, con liste e noduli di selce grigiastra e con sottili intercalazioni argilloso-marnose grigio-nerastre (bituminose), più frequenti nella parte superiore della formazione. Lo spessore varia da un minimo di 50-60 m (versante Est di M. Nerone) a circa 300 m (Gola del Burano), ed in genere è maggiore in corrispondenza dei bacini giurassici mentre è ridotta nelle zone degli alti strutturali.

Marne a fucoidi (Aptiano medio-Albiano superiore)

Hanno una composizione decisamente marnosa-argillosa o calcareo-marnosa; sulla base del contenuto argilloso l'unità può essere facilmente suddivisa in due membri:

- a. Membro inferiore, dello spessore di circa 40 metri, caratterizzato da litotipi argilloso-marnosi varicolori, da grigio-verdastri a rossastro-vinati, con subordinati strati calcarei biancastri dello spessore di qualche centimetro.

- b. Membro superiore: formato da calcari marnosi e da marne calcaree in strati medi (10-25 cm) e potente fino a 50 metri.

Scaglia bianca (Albiano sup. - Turoniano inf.)

Con una certa gradualità si passa dalle Marne a fucoidi alla Scaglia bianca, il cui spessore arriva sino a 70 m; questa è costituita da calcari micritici biancastri sottilmente stratificati, con abbondanti liste e noduli di selce nera e intercalazioni marnose, che vanno diminuendo verso il top della formazione.

Scaglia Rossa (Turoniano inf.-Luteziano inf.)

E' costituita da calcari, calcari-marnosi e marne-calcaree in strati medi e spessi; prevale la colorazione rossastra dei calcari. Lo spessore della formazione è variabile dai 250 ai 400-500 metri. Nella parte inferiore e nell'estrema porzione sommitale dell'unità prevale la componente calcarea, associata a selci rosse in liste e noduli, mentre la porzione medio-superiore è decisamente più marnosa.

Scaglia Variegata (Luteziano inf.-Priaboniano inf.)

La formazione ha uno spessore di circa 40-50 m; si tratta di un'alternanza di calcari marnosi rosso-violacei e verdastri e di marne calcaree violacee e rosso-vinate in strati decimetrici, talora alternati a sporadici straterelli di calcari bianco-rosati.

Scaglia Cinerea (Priaboniano inf.-Burdigaliano inf.)

L'unità, con la quale si chiude la sedimentazione Titonica-oligocenica, è costituita dall'alternanza monotona di marne calcaree grigio-verdastre, marne argillose e, subordinatamente, di calcari marnosi micritici. Gli intervalli marnosi e marnoso-argillosi aumentano verso l'alto, tanto che la parte sommitale della formazione è costituita interamente da marne per uno spessore sino a circa 25 metri. Lo spessore della Scaglia Cinerea, nell'area in studio, è relativamente uniforme e si aggira mediamente sui 120-130 metri.

3) Gruppo Neogenico

La natura di tali depositi è tipicamente terrigena.

Bisciaro (Burdigaliano inf.-Langhiano inf.)

Tale formazione è caratterizzata da alternanze di litotipi marnoso-argillosi con strati calcarei e talora silicei che gli conferiscono un certo risalto morfologico rispetto alle unità sopra e sottostanti. Gli spessori della formazione variano da un minimo di 10-20 m fino ad un massimo di 120-130 m.

Nelle zone dove è più sviluppato (zona di Pianello) sono distinguibili tre orizzonti di cui quello inferiore e quello superiore più calcarei e quello intermedio più argilloso.

Schlier (Langhiano inf.-Langhiano sup., zone interne;
Langhiano inf.-Serravalliano medio, zone esterne)

La formazione è costituita da marne grigio-azzurrogne ricche in microfossili, con lamine ricche di materiale organico; nella parte medio-alta compaiono sottili strati calcareo-marnosi biancastri. Gli spessori variano a causa delle eteropie di facies con la marnoso-arenacea; risultano maggiori sul fianco esterno dell'anticlinale di M. Nerone (circa 300 m nella zona di Acquaviva), mentre sono più ridotti sul fianco interno (minori di 200 m).

Formazione Marnoso-Arenacea (Langhiano sup.-Tortoniano inf.)

Formazione costituita da una successione torbiditica composta da strati arenacei di colore giallo-nocciola alternati a marne siltose grigiastre. Le arenarie, in strati dello spessore massimo di 70-80 cm, sono generalmente ben gradate e spesso alla base dello strato sono visibili impronte di fondo.

Marne e arenarie di M. S. Vicino

Tale unità è posta al di sopra della Marnoso-arenacea nell'area corrispondente al dominio parautoctono. La successione è distinguibile in tre intervalli stratigrafici principali che costituiscono ben precise associazioni di facies:

- a. intervallo superiore (associazione pelitico-arenacea)
- b. intervallo mediano (associazione arenaceo-pelitica)
- c. intervallo inferiore (associazione pelitico-arenacea)

4) Depositi continentali quaternari

I depositi continentali presenti nell'area sono databili al Pleistocene medio-superiore ed Olocene.

Si osservano sia successioni detritiche (depositi di versante), che alluvionali; le prime presentano granulometrie, tessiture e strutture sedimentarie estremamente variabili, mentre le seconde hanno caratteristiche piuttosto omogenee nell'intera area.

5. ASSETTO TETTONICO-STRUTTURALE

La dorsale Catria-Nerone costituisce una struttura di direzione appenninica ad asse leggermente arcuato nell'ambito della cosiddetta Dorsale umbro-marchigiana; l'elemento strutturale dominante è rappresentato dalla struttura antiforale che unisce i massicci del Catria a sud e del Nerone a nord.

L'assetto strutturale deriva da più fasi tettoniche associate a processi compressivi secondo una direzione NE (Miocene) e distensivi (Pliocene sup.-Pleistocene); risulta pertanto caratterizzato da uno stile prevalentemente plicativo, i cui motivi strutturali sono costituiti da pieghe, sovrascorrimenti, faglie distensive e trascorrenti; le pieghe, a vergenza più o meno marcata verso NE, hanno direzione assiale NW-SE.

Numerose risultano le faglie che accompagnano i motivi plicativi ed appartengono a diversi sistemi (NO-SE, NNO-SSE, NE-SSO, N-S e E-O); i movimenti plicativi maggiori si sono sovrapposti ad una tettonica distensiva di età giurassica, rappresentata da faglie che delimitavano i bacini e gli alti strutturali giurassici, caratteristici della paleogeografia di questa epoca.

Le faglie giurassiche riscontrate, di direzione NNE-SSO e NNO-SSE (M. Catria), sono state riattivate durante la compressione terziaria come faglie inverse o trascorrenti.

Tale tipo di tettonica interessa in particolare le zone del M. Nerone, del M. Acuto e del Corno di Catria, che corrispondono alle zone di alto strutturale giurassico e dove affiora la successione condensata. L'area intermedia, rappresentata dalle valli del Bosso e del Burano (serie completa), presenta una situazione molto meno disturbata.

Sul versante nord-orientale della struttura è presente un fronte di movimento inverso principale (piano di sovrascorrimento frontale) che dal Corno di Catria (a sud-est) è rinvenibile fino a Secchiano, da dove prosegue più ad ovest per Fosto e Bacciardi, pur con rigetti probabilmente inferiori o decrescenti.

Il contatto Marne a Fucoidi-Maiolica, che si può seguire dalla zona di Genga Aguzza-M. Morcia fino alla zona di Secchiano, è invece interpretabile come un retroscorrimento innescatosi per scollamento della parte basale delle Marne a Fucoidi.

A tali elementi tettonici principali è associata una serie di pieghe e pieghe-faglie ad asse parallelo che interessa le formazioni della Scaglia e delle Marne a Fucoidi; il fianco orientale della struttura anticlinale risulta quindi verticalizzato e giunge fino al rovesciamento.

A questo sistema di pieghe si associano faglie trascorrenti destre di direzione circa N-S (da NNE-SSO a NNO-SSE) particolarmente evidenti nella parte meridionale della zona in studio (M. Catria, Corno di Catria e linea

Frontone-Badia di Sitria) e faglie sinistre di direzione ENE-OSO (faglia di Acquanera e faglia del M. Cardamagna) nella zona del M. Nerone.

Tali faglie, che ben si associano ad un movimento compressivo con orientazione NE-SO sono apparentemente contemporanee alle faglie inverse, ma in realtà successive alla formazione delle pieghe principali che ne risultano dissecate.

Riguardo alle litologie affioranti è da rilevare che il nucleo dell'anticlinale maggiore è costituito dal Calcare Massiccio s.l. (affiorante nelle massime culminazioni assiali del Catria, di M. Acuto e del Nerone) o dalle formazioni prevalentemente calcaree del gruppo giurassico-infracretaceo che costituiscono anche i fianchi delle pieghe e il nucleo delle depressioni assiali.

E' evidente una disarmonia plicativa tra i termini del gruppo giurassico e quelli del gruppo supragiurassico - miocenico dovuta al loro contrasto di competenza e all'interposizione delle Marne a fucoidi; la tettonica compressiva ha infatti interessato una copertura sedimentaria caratterizzata da un orizzonte competente principale dello spessore di 400-450 m (Calcare Massiccio), giacente su di un livello meno competente (Anidriti di Burano) e sormontato da una potente serie stratificata, dapprima calcarea, poi marnosa e calcareo-marnosa a comportamento relativamente plastico.

Il Calcare Massiccio risulta perciò debolmente piegato (box fold) e scomposto in blocchi che talora "perforano" la più recente copertura; le formazioni sovrastanti sono, al contrario, interessate da ampie pieghe e strutture compressive.

La parte più occidentale dell'area è interessata dal sovrascorrimento del Parautoctono sopra all'auctocono (rappresentato dagli affioramenti del fianco interno dell'anticlinale del M. Nerone).

Da quanto illustrato risulta evidente che la presenza di più livelli di scollamento tettonico limita in profondità la geometria concentrica delle pieghe, modificando parte dei contatti stratigrafici originari e causando un significativo riflesso nella struttura dei potenziali acquiferi.

Risulta pertanto evidente che a livello di circolazione idrica profonda, le discontinuità tettoniche sviluppate in direzione appenninica, determinano una compartimentazione idraulica che limita il flusso delle acque in direzione prevalentemente longitudinale alla struttura.

6. IDROGEOLOGIA ED IDROCHIMICA

Le caratteristiche idrogeologiche delle formazioni affioranti nell'area esaminata, sono state determinate sia in base a dati della letteratura geologica ed idrogeologica esistenti, che sui risultati delle varie attività svolte nel corso del presente progetto; a tal riguardo è stata ricostruita una carta idrogeologica in scala 1:25000 per tutta l'area di studio, riportante una suddivisione in complessi idrogeologici e una cartografia di dettaglio in scala 1:10000 per un'area centrale di 100 Km².

Considerando che le diverse litofacies carbonatiche presentano caratteristiche idrogeologiche macroscopiche simili, sono stati distinti dall'alto verso il basso i seguenti complessi idrogeologici:

- a- Complesso idrogeologico della Scaglia
- b- Complesso idrogeologico della Maiolica
- c- Complesso idrogeologico del Massiccio/Corniola

Per quanto riguarda i complessi idrogeologici riferibili alle formazioni del Bisciario, della Marnoso-arenacea e alle Arenarie di M. Vicino, presentando modesta importanza ai fini dello studio, non vengono discussi nella presente relazione di sintesi e si rimanda pertanto al relativo rapporto di dettaglio del Progetto (allegato F. Idrogeologia).

Gli acquiferi dei complessi carbonatici, sono sostenuti dagli "acquicludi", rappresentati dai litotipi a permeabilità da bassa a molto bassa appartenenti alla Formazione del Bosso, ai Calcari diasprini, alla parte basale delle Marne a Fucoidi e alle marne della Scaglia Cinerea.

La Scaglia Cinerea, che chiude in alto la Scaglia Rossa, e le Marne a Fucoidi che la sostengono, rappresentano livelli continui dal punto di vista stratigrafico.

Il Rosso ammonitico, posto tra il complesso "Massiccio/Corniola" ed i calcari soprastanti della Maiolica, ha un andamento discontinuo in relazione ai due tipi di sedimentazione di alto e basso strutturale che hanno caratterizzato il bacino nel Giurassico.

Per quanto riguarda l'esistenza di un acquiclude basale (Evaporiti), essa è stata dimostrata attraverso la perforazione per ricerche petrolifere del pozzo Agip e non affiora nell'area di studio, ma limitatamente sul bordo occidentale dell'area di facies del bacino umbro-marchigiano (M. Martani in Umbria).

Tali successioni sono basate sui normali rapporti stratigrafici; prendendo in considerazione anche l'assetto tettonico si vengono a creare contatti anomali fra i vari litotipi che falsano la schematizzazione seguita.

SIMBOLI IDROGEOLOGICI

COMPLESSI IDROGEOLOGICI ACQUIFERI PRINCIPALI

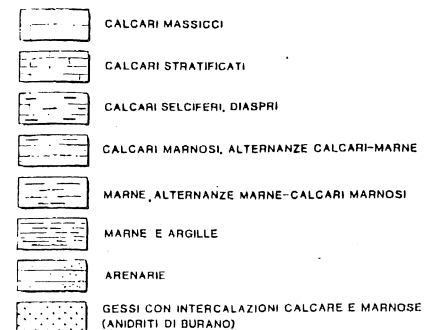


↓ ↓ ↓
AREE DI ALIMENTAZIONE METEORICA DIRETTA DELL'ACQUIFERO PROFONDO
(a tratteggio settori non esattamente coincidenti con la sezione)

↘
DIRETTRICI PRINCIPALI DI DEFLUSSO SOTTERRANEO
(a tratteggio in settori non coincidenti con la sezione)

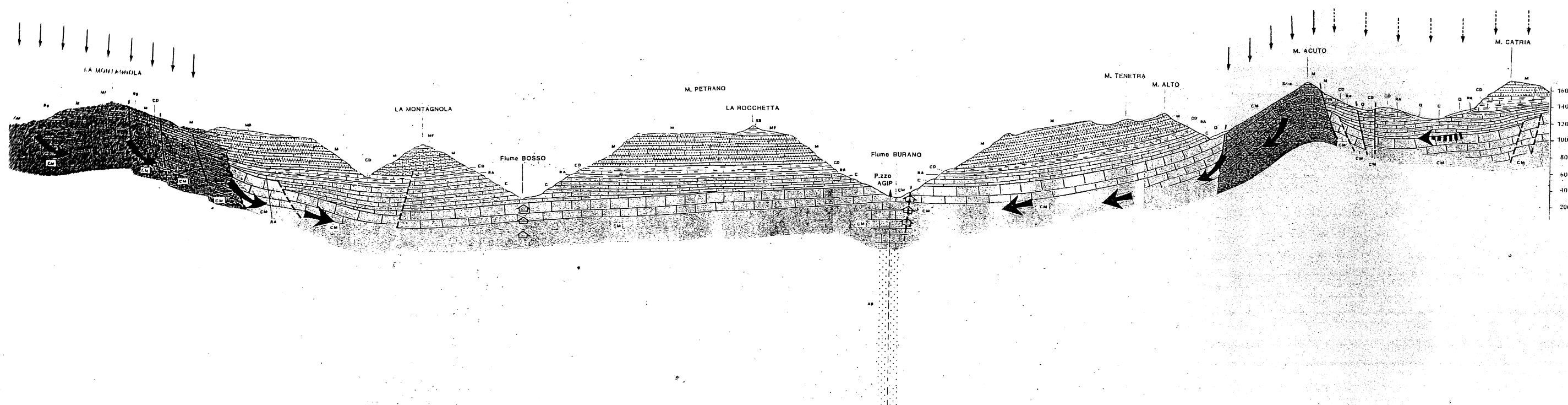
⬢
ZONE DI RISALITA ACQUE PROFONDE IN CORRISPONDENZA DI FRATTURE

SIMBOLI LITOLGICI



SIGLE FORMAZIONALI

Q	QUATERNARIO
AMV ₃	ARENARIE DI M. VICINO SUP.
AMV ₂	ARENARIE DI M. VICINO MED.
AMV ₁	ARENARE DI M. VICINO INF.
MA ₂	MARNOSO-ARENACEA B
MA ₁	MARNOSO-ARENACEA A
Sh	SCHLIER
B	BISCIARO
SC	SCAGLIA CINEREA
SV	SCAGLIA VARIEGATA
SR ₂	SCAGLIA ROSSA SUP.
SR ₁	SCAGLIA ROSSA INF.
SB	SCAGLIA BIANCA
MF	MARNE A FUCOIDI
M	MAIOLICA
CD	CALCARI DIASPRINI
RA	ROSSO AMMONITICO
C	CORNIOLA
Bg	FORMAZIONE DEL BUGARONE
Srid	SUCCESSIONE RIDOTTA
CM	CALCARE MASSICCIO
AB	ANIDRITI DI BURANO



a- Complesso idrogeologico del Massiccio/Corniola

L'acquifero presente in tale complesso costituisce il livello di base delle dorsali carbonatiche ed in cui si ha il flusso omogeneo di fondo (BONI et alii, 1986).

Nelle zone a serie completa è costituito dalla Corniola e dal Calcare Massiccio ed è limitato al tetto dalle litofacies a permeabilità da bassa a molto bassa della Formazione del Bosso e dai Calcari diasprini.

In presenza di successioni condensate, con la Formazione del Bugarone impostata sul Massiccio, o di successioni lacunose, con i calcari della Maiolica sul Massiccio, si ha un'unico complesso che si estende dalle Anidriti di Burano fino alle Marne a Fucoidi.

La permeabilità del Calcare Massiccio è molto elevata, sia per porosità primaria sindeposizionale, intergranulare e strutturale, sia per porosità secondaria.

La porosità primaria varia sensibilmente a seconda delle diverse litofacies che caratterizzano il Calcare Massiccio di alto strutturale da quello di basso strutturale; dato però il comportamento rigido della formazione, gli stress tettonici hanno provocato un'intensa ed omogenea fratturazione, tale da rendere tutta la roccia altamente permeabile.

La permeabilità primaria dei calcari della Corniola è pressochè nulla, mentre quella secondaria è da alta a molto alta, anche se nell'area indagata sembra presentare una permeabilità inferiore rispetto a quella riportata nella bibliografia, per le intercalazioni marnoso-argillose che interessano soprattutto il top della formazione.

b- Complesso idrogeologico della Maiolica

Gli affioramenti della Maiolica ricoprono vaste aree alla sommità dei rilievi, formando ampie superfici strutturali, sulla cui genesi si è già precedentemente discusso.

Nella serie completa il contatto idraulico con il sottostante acquifero del Massiccio è impedito dalla presenza di livelli marnosi all'interno delle Formazioni del Bosso, dei Calcari diasprini umbro-marchigiani.

Anche in questo caso l'assorbimento è molto intenso a causa della forte permeabilità secondaria connessa con la grande purezza dei calcari e con la quasi totale assenza di interstratificazioni argillose.

Nella serie di alto strutturale la Maiolica è spesso in contatto idraulico con il sottostante Calcare Massiccio ed in questo caso le acque defluiscono nei termini carbonatici sottostanti.

Le manifestazioni sorgentizie più importanti sono quelle di trabocco semplice a contatto con l'acquicluda basale, ma anche di trabocco per sbarramento, al contatto con l'acquicluda di tetto.

Numerose risultano le sorgenti carsiche.

c- Complesso idrogeologico della Scaglia

Tale complesso, formato dai calcari e calcari marnosi della Scaglia Rossa, Scaglia Bianca e del membro superiore delle Marne a fucoidi è caratterizzata da litofacies con permeabilità secondaria dovuta a fratturazione e in parte a fenomeni di natura carsica.

Tutta la formazione si presenta canalizzata, nonostante il carattere marnoso dei calcari che la costituiscono.

I canali si impostano prevalentemente lungo faglie e diaclasi, piuttosto che nei giunti di stratificazione, a causa della frequente presenza di livelli marnoso-argillosi.

Rappresenta l'acquifero arealmente più importante della zona studiata, sia per la notevole potenza sia per il fatto di essere compreso tra due acquicludi stratigraficamente continui, di cui l'inferiore (Marne a Fucoidi) affiora frequentemente per erosione e quello superiore chiude praticamente tutta la serie carbonatica della dorsale.

A tale unità è legato, perciò, il maggior numero di sorgenti; le più importanti sono quelle di trabocco per sbarramento su fianco di anticlinale al contatto con la Scaglia Cinerea, ma numerose risultano le sorgenti la cui genesi è legata ad altri fattori non strettamente stratigrafici o tettonici, ma dipendenti dalla locale morfologia.

La formazione della Scaglia Variegata, presentando una permeabilità intermedia fra i due termini cui risulta stratigraficamente interposta (Sc. Rossa e Cinerea) può essere di volta in volta associata all'acquicluda superiore o al complesso idrogeologico della Scaglia, a seconda della minore o maggiore predominanza di litofacies tipicamente calcaree; il suo comportamento è quindi assimilabile ad un acquitardo.

6.1 Carsismo

Da quanto precedentemente visto le litofacies calcaree esaminate presentano la tipica permeabilità per fessure e canali preferenziali di dissoluzione chimica e, nel caso dei calcari del Massiccio, anche per porosità.

In generale, lo sviluppo del drenaggio ipogeo dipende da vari fattori quali distribuzione, larghezza delle fessure e eventuale presenza di intercalazioni marnoso-argillose; la canalizzazione carsica risulterà perciò pilotata dall'assetto tettonico-strutturale.

Il calcare Massiccio, soprattutto per la sua purezza e per l'intensa e minuta fratturazione, rappresenta una delle rocce più facilmente interessate dai processi carsici ed in esso si sono sviluppate le cavità ipogee più importanti.

Nei calcari stratificati (Maiolica e Scaglia), e con frequenti intercalazioni marnose, l'instaurarsi dei fenomeni carsici è marcatamente legato alla fratturazione della roccia.

In entrambi i massicci del Catria e Nerone sono state individuate ed esplorate numerose cavità carsiche con dimensioni che vanno da pochi metri a qualche chilometro di sviluppo e alcune centinaia di metri di profondità; tali cavità sono:

- Grotta delle Tassare 1 e 2
- Grotta dei cinque Laghi
- Buca Grande
- Buca del Diavolo a Pontedazzo

Tali cavità risultano essere più numerose e significative sul M. Nerone; esse fanno parte di un carsismo secondario o periferico rispetto a quello che potrebbe essere il cuore del sistema potenzialmente presente e che si manifesta a luoghi con fenomeni carsici rilevanti (risorgenza del Giordano).

La circolazione idrica sotterranea rinvenuta nelle varie cavità risulta essere poco significativa e legata direttamente con i fenomeni meteorologici esterni.

La caratteristica degli ambienti è data dalla presenza di gallerie imposte su fratture e faglie del sistema NE-SE ed in misura minore sui sistemi N-S ed E-O, mentre mancano ambienti di grosse dimensioni.

Il sistema di circolazione preferenziale si evolve nel tempo parallelamente all'evoluzione geomorfologica subaerea.

La direzione dei flussi idrici risulterà, perciò, condizionata dalle principali incisioni fluviali che rappresentano il livello di base degli acquiferi.

L'approfondimento di detto livello, favorito anche dal rapido sollevamento subito dalla catena, ha determinato un progressivo e conseguente abbassamento della rete di canali e della superficie freatica.

6.2 Monitoraggio idrogeologico

Nell'ambito dello Studio idrogeologico dell'area, fondamentale importanza ha assunto il controllo periodico dei principali punti d'acqua presenti, al fine di valutarne le caratteristiche quali-quantitative fondamentali e la loro evoluzione stagionale.

Il censimento effettuato nella fase preliminare del Progetto (Settembre '90) ha individuato circa 200 punti d'acqua (174 sorgenti, 8 pozzi e 14 sezioni fluviali), ubicate nei vari complessi precedentemente descritti.

In 30 di queste emergenze, selezionate con criteri atti a caratterizzare i diversi acquiferi, è stato compiuto un monitoraggio mensile dei principali parametri chimico-fisici (portata, temperatura, conducibilità e pH), protrattosi per un intero anno idrologico (Gennaio '91-Febbraio '92) e di cui nelle Figg. 2, 3, 4 e 5 sono riportati i dati di sintesi.

E' stato inoltre eseguito un monitoraggio idrochimico che ha previsto:

- Due campagne idrochimiche (con analisi dei principali elementi) su 50 punti d'acqua nei periodi di morbida (Maggio '91) e di magra (Ottobre '91).
- 4 Campagne idrochimiche su 5 punti d'acqua ubicati nelle cavità carsiche precedentemente descritte.
- 1 campagna idrochimica su 4 sorgenti inaccessibili senza mezzi speciali ed individuate tramite ispezione aerea.
- 2 campionamenti per analisi isotopiche su 25 punti della rete di monitoraggio idrochimico e campionamenti per analisi isotopiche mensili su 5 stazioni di rilevamento termo-pluviometrico.

I risultati ottenuti (esempio in Fig. 6), hanno permesso di completare il quadro di informazioni necessarie per la caratterizzazione dello schema idrogeologico descritto ed in particolare :

- evidenziare l'idrodinamica degli acquiferi carbonatici, attraverso lo studio dei regimi delle portate e delle temperature e l'analisi degli idrogrammi di magra delle sorgenti, con le leggi teoriche di esaurimento di Maillet e Tison.
- Individuare i circuiti idrici sotterranei e valutare le loro differenziazioni ed interconnessioni.

32 punti

BURANO - RETE DI MONITORAGGIO MENSILE																
Andamento delle portate (l/s)																
Punto	Quota	Gen 91	Feb 91	Mar/Apr 91	Mag 91	Giù 91	Lug 91	Ago 91	Set 91	Ott 91	Nov 91	Dic 91	Gen 92	Feb 92	medie	
21	352	4	5	4,4	6,6	5	3,6	4	2	2	2,3	3,3	2,6	4	3,7	
23	500	1,3	4	35	40	4	1,3	0,7	0,33	0,39	3	5	1,5	4	7,7	
26	492	10	13,3	40	48	13,3	13	6,6	5,7	6,6	20	> 25	10	10	17	
38	553	0,67	0,7	0,3	0,6	0,5	0,5	0,5	0,54	0,52	0,55	0,55	0,5	0,55	0,53	
41	792	5	12	3,6	14,6	3,4	2	1,3	0,77	0,58	1,25	12,3	2,9	3,3	4,8	
43	1239	nm	5	13	8	4,4	4,4	2,3	1,29	1,1	5	8	4	4	4,6	
54	751	nm	nm	8	0,15	0,16	0,14	0,05	asc	asc	asc	asc	asc	asc	0,7	
63	858	nm	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,43	0,33	0,6	0,63	0,57	nm	0,56	
75	527	74	74	72	73	72	lav	nm	nm	1	55,2	60	38	32	55,12	
78	501	3,3	6,6	1,3	6,6	2,2	0,86	0,5	0,3	0,2	0,86	4	1,3	4	2,46	
83	506	33	40	24	52	33	lav	cm 7	nm	16	35,9	39,6	19	22,6	31,5	
86	334	170	165	nm	nm	nm	lav	lav	107	110	---	---	---	---	138	
87	483	40	50	15	40	20	2,5	0,5	1,18	1,5	18	20	15	10	17,9	
109	506	1,54	6,6	8	1,3	1,1	0,19	0,08	0,023	0,38	2	5	1,6	5,7	2,57	
115	595	0,61	1,4	1,3	1,4	0,4	0,36	0,3	0,23	0,36	1,8	0,76	0,6	1,1	0,8	
118	491	5	10	2	8	7,5	nm	nm	nm	2,5	6,6	20	7	1	6,96	
119	503	6,6	nm	nm	nm	nm	lav	2,8	1,72	1,08	6,5	6,6	5	6,6	4,6	
124	523	10	20	9	nm	4	2,5	2	0,62	0,5	4,8	3,8	3,8	4,3	5,4	
126	431	10	8	8	8	8	3	1,2	2,75	2,2	9,3	6	7,5	7,5	6,26	
128	401	10	8	8,7	nm	10	6,6	5,7	4	2,5	12	9	6	8	6,9	
131	449	10	17,1	8	10	7,8	nm	0,13	nm	6,8	25	25	17	23	13,6	
135	481	5	8	4,4	8,3	8	4,3	lav	3,3	3,3	5,5	5	4,5	4,9	5,37	
136	373	10	nm	nm	nm	19	lav	lav	7	asc	---	---	---	---	7,2	
139	550	---	---	---	---	---	13,8	---	4	2,2	2,2	23,9	15	11,2	10,3	
140	916	3,3	3,3	1,7	6,6	2,8	1,4	1,1	0,57	0,42	0,95	6,6	2	2,2	2,5	
143	608	20	20	5,7	nm	20	6,6	1,81	1,6	1,25	20	18	10	10	11,2	
147	572	5,7	8,3	7,3	8,5	8,2	3,6	4	2,12	1,9	2,1	15	5	4	5,8	
148	706	22	26,6	20	40	26	5,7	4,5	2,48	1,5	20	40	26	20	19,6	
153	515	1,5	nm	4	2	1,5	1	0,5	0,5	0,5	2	2	1	1	1,46	
162	510	20	13,3	6,6	5,7	nm	10	2,6	2,5	1,4	18	12,5	nm	7	9,05	
164	574	3,3	5	4	4,5	4	2,2	1,4	nm	nm	3,3	2,95	2	1,1	3,07	
P4	319	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	

nm = non misurabile
 lav = lavori in corso
 --- = nuovo punto
 asc = asciutta

BURANO - RETE DI MONITORAGGIO MENSILE														
Andamento del pH														
Punto	Quota	Gen 91	Feb 91	Mar 91	Apr 91	Mai 91	Giù 91	Lug 91	Ago 91	Set 91	Ott 91	Nov 91	Dic 91	Gen 92
21	352	7,69	7,28	7,3	7,58	7,25	7,4	7,45	7,25	7,3	7,4	7,38	7,43	7,48
23	500	7,7	7,2	7,3	7,71	7,38	7,4	7,57	7,5	7,45	7,3	7,35	7,45	7,5
26	492	7,85	7,25	7,28	7,6	7,28	7,4	7,55	7,5	7,3	7,4	7,35	7,3	7,5
38	553	7,25	7,11	7,15	7,7	7,35	7,25	7,45	7,45	7,45	7,2	7,25	7,35	7,45
41	792	7,25	7,1	---	7,6	7,2	7,4	7,48	7,35	7,45	7,3	7,4	7,3	7,4
43	1239	7,4	7,4	7,05	7,63	7,4	---	7,5	7,24	7,5	7,3	7,3	7,47	7,4
54	751	nm	ice	7,33	7,54	7,32	7,38	7,45	asc	asc	asc	asc	asc	asc
63	858	nm	7,3	7,4	7,62	7,33	7,3	7,4	7,2	7,5	7,5	7,5	7,45	nm
75	527	7,6	7,3	7,15	7,86	7,35	7,1	7,4	nm	7,4	7,3	7,2	7,3	7,4
78	501	7,2	7,2	7,4	7,76	7,4	7,35	7,4	7,2	7,5	7,5	7,35	7,4	7,3
83	506	7,6	7,25	7,23	7,69	7,3	7,1	7,5	nm	7,3	7,3	7,25	7,45	7,48
86	334	7,3	7,15	7,1	7,27	7,1	7,26	7,35	7,38	7,4	7,25	7,05	7,25	7,25
87	483	7,25	7,1	7,4	7,61	7,2	7,4	7,47	7,3	7,5	7,3	7,5	7,4	7,4
109	506	7,27	7,16	7,35	7,53	7,31	7,12	7,56	7,4	7,5	7,45	7,3	7,45	7,3
115	595	7,75	7,65	7,3	7,67	7,2	7,33	7,6	---	7,56	7,4	7,4	7,4	7,48
118	491	7,67	7,25	7,33	7,51	7,4	7,1	7,38	7,35	7,45	7,55	7,45	7,3	7,4
119	503	7,55	7,25	7,3	7,51	7,3	7,2	7,48	7,45	7,4	7,3	7,3	7,4	7,34
124	523	7,7	7,25	7,35	7,57	7,28	7,2	7,5	7,28	7,5	7,5	7,45	7,35	7,45
126	431	7,5	7,3	7,3	7,41	7,4	7,35	7,44	7,4	7,4	7,5	7,3	7,4	7,36
128	401	7,57	7,05	7,36	7,22	7,3	7,1	7,45	7,3	7,4	7,33	7,45	7,5	7,45
131	449	7,16	7,3	7,32	7,37	7,3	7,3	7,45	7,45	7,4	7,25	7,3	7,26	7,35
135	481	7,2	7,25	7,2	7,35	7,3	7,36	7,5	7,4	7,5	7,3	7,25	7,2	7,4
136	373	7,3	7,04	7,2	7,58	7,25	7,1	7,28	7,3	7,3	7,4	7,3	7,4	7,32
139	550	nm	---	---	---	---	7,2	7,45	7,4	7,5	7,47	7,45	7,3	7,35
140	916	7,65	7,23	7,3	7,43	7,35	7,1	7,5	7,4	7,5	7,52	7,4	7,3	7,35
143	608	7,5	7,3	7,3	7,55	7,4	7,12	7,52	7,4	7,45	7,5	7,3	7,47	7,34
147	572	7,7	7,24	7,3	7,51	7,3	7,15	7,6	7,2	7,5	7,55	7,45	7,5	7,4
148	706	7,6	7,25	7,3	7,53	7,3	7,7	7,47	7,3	7,45	7,6	7,45	7,4	7,5
153	515	7,65	6,8	7,25	7,41	7,3	7,2	7,42	7,3	7,4	7,44	7,2	7,2	7,25
162	510	7,65	7,3	7,35	7,54	7,22	7,1	7,48	7,3	7,5	7,35	7,45	7,45	7,45
164	574	7,4	7,1	7,23	7,47	7,28	7,38	7,4	---	7,3	7,45	7,3	7,25	7,45
P4	319	7,2	7,1	7,2	7,63	7,32	7,55	7,55	7,48	7,6	7,35	7,5	7,55	7,5

Note : nm = non misurabile
ice = ghiacciata
asc = asciutta
--- = valore non rilevato per
problemi tecnici o nuovo punto di misura

BURANO - RETE DI MONITORAGGIO MENSILE																
Andamento delle temperature (°C)																
Punto	Quota	Gen 91	Feb 91	Mar 91	Apr 91	Mai 91	Giu 91	Lug 91	Ago 91	Set 91	Ott 91	Nov 91	Dic 91	Gen 92	Feb 92	media
21	352	12	11	12	11	11	10,5	12	12	12	11	11	11	12	12	11.4
23	500	10	6	7	8	9	10,5	15	15	15	14	9	8	7	6	9.6
26	492	10	8	9	8	8	8	9	9,5	9	9	8	9	9	8	8.6
38	553	6	5,5	10	9	13	15	18	18	16	10	10	8	6	4	10.6
41	792	9	8	10	8,5	8	8	9	11,5	12	8	8	8,5	8,5	8,5	9
43	1239	8	7	10	7	7	6	7	7,5	7	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	7.1
54	751	nm	ice	9	9	9	9	12	asc	asc	asc	asc	asc	asc	asc	--
63	858	nm	8	9	9	9	9	10	10	10	10	9	9	9	nm	9.2
75	527	11	10	11,5	10	10,5	10	11	nm	10,5	9,5	10	10	10	10	10.3
78	501	11	10	11,5	10	10,5	10	11	11	11	10	10,5	10,5	10	10	10.5
83	506	11	10	12	9,5	10,5	9,5	11	nm	10	10	10	11	10,5	10	10.4
86	334	16	16,5	18	17	17	16	17,5	17	16,5	16	16,5	16,5	16,5	16,5	16,7
87	483	11	10	11	10	10	10	11	11	10	9	10	9,5	10	10	10.8
109	506	8	8	10,5	9	10,5	11,5	13	14	13	10	9	9	7	8	10.1
115	595	8	8	8	8	9,5	11	12	12,5	10	9	8	8	8	8	9.2
118	491	10	11	11	10	11	11	12	12	12	11	11,5	11	10,5	11	11.8
119	503	12	11	12	10	11	11	12	12	12	11,5	10	11	11	10,5	11.1
124	523	10	9	9	9	10	10	10	11	11,5	11	10	10	9	8,5	9.07
126	431	12	10	11	11	11	11	12	13	12	12	12	12	10,5	10	11.3
128	401	10	10,5	12	11	10	10	11	11	11	11	10	11	10,5	10,5	10.6
131	449	12	10	12	11	11	11	12	13	12	12	12	11,5	10	9,5	11.3
135	481	12	11	12	11,3	11	10	11	13	12	12	11	11	10	10	11.77
136	373	12	11	12,5	11	11	11	12,5	13	12	11	11	12	12	11,5	11,7
139	550	nm	---	---	---	---	10,5	11,5	11,5	11	11	11	11	11	11,5	--
140	916	10	10	11	10	10	9	10	10	9,5	9	10	10	10	10	9.88
143	608	10	9	8,5	9,5	10	9	10	10	9,5	9	9,5	10	10	10	9.5
147	572	13	11,5	12,5	10	11	11	11,5	11,5	11	11	11	11	11	11,5	11.34
148	706	10	10	10	10	10	9	10	11	11	9	10	10	10	10	9.9
153	515	12	10	11,5	10	10	10	10	11	11	11	10	11	10	10	10.57
162	510	10	10	11,5	10	11	12	14,5	13,5	13	11	11	11	10	9,5	11.3
164	574	11	10	11,5	10	10	9	10,5	---	---	10	10	10	10	10	10.1
P4	319	12	11	13,5	11,5	11,5	11	12	11,5	11	11	11	11	11	11,5	

Note : nm = non misurabile

ice = ghiacciata

asc = asciutta

--- = valore non rilevato per

problemi tecnici o nuovo punto di misura

BURANO - RETE DI MONITORAGGIO MENSILE																
Andamento delle conducibilità (uS/cm)																
Punto	Quota	Gen 91	Feb 91	Mar 91	Apr 91	Mag 91	Giu 91	Lug 91	Ago 91	Set 91	Ott 91	Nov 91	Dic 91	Gen 92	Feb 92	medie
21	352	323	375	406	375	359	442	342	394	357	321	333	324	301	384,9	
23	500	260	319	390	338	301	374	301	338	308	327	311	306	305	321,4	
26	492	290	351	354	364	247	422	328	348	315	350	334	315	298	332	
38	553	240	301	327	328	262	365	285	320	283	306	285	305	286	299	
41	792	280	357	343	346	408	441	303	306	290	324	307	294	281	329,2	
43	1239	230	307	318	308	271	429	281	296	294	312	278	257	265	295,8	
54	751	nm	201	296	295	258	340	261	asc	asc	asc	asc	asc	asc	275	
63	858	nm	279	295	303	272	340	270	300	289	327	258	258		290	
75	527	287	343	323	337	322	428	315	nm	314	329	318	330	312	330	
78	501	386	441	435	429	410	551	381	405	393	404	392	404	386	416	
83	506	285	331	325	326	290	431	298	nm	294	306	297	302	294	315	
86	334	1220	1264	1202	1235	1168	1540	1234	1336	1295	1215	1160	1181	1088	1241	
87	483	280	330	351	331	330	440	322	334	330	334	220	372	281	327	
109	506	332	403	399	391	428	558	438	479	401	386	378	383	350	409	
115	595	260	299	324	325	287	429	307	361	361	325	298	298	272	318,9	
118	491	339	381	387	392	380	506	365	406	388	369	347	345	326	379	
119	503	340	387	382	390	411	446	371	385	390	349	369	357	314	376	
124	523	310	381	353	378	320	490	322	382	357	337	324	340	320	355	
126	431	365	429	411	471	410	455	383	429	417	395	382	374	349	405	
128	401	329	351	353	500	360	459	316	381	369	405	357	314	314	369	
131	449	359	417	417	495	435	480	389	449	419	406	394	386	354	415	
135	481	370	411	411	465	410	536	373	427	406	387	381	379	343	407	
136	373	394	441	428	441	440	524	378	429	440	429	429	382	364	424	
139	550	---	---	---	---	---	441	329	365	393	351	333	321	311	355	
140	916	308	330	345	343	325	488	306	368	360	334	306	306	269	337	
143	608	334	353	332	369	354	500	386	419	385	353	355	349	306	368	
147	572	247	276	274	331	268	351	252	282	286	262	274	257	258	278	
148	706	295	355	355	423	392	466	319	369	365	361	318	306	302	355,8	
153	515	295	349	323	392	306	337	304	340	297	343	327	306	318	326	
162	510	327	365	405	368	359	527	359	399	395	357	325	343	329	373	
164	574	294	343	329	367	334	416	320	nm	343	343	330	318	324	338	
p4	319	539	620	595	608	602	640	574	600	584	560	572	560	517	582	

Note : nm = non misurabile
 ice = ghiacciata
 asc = asciutta
 --- = valore non rilevato per
 problemi tecnici
 o nuovo punto di misura

FIG.6

Analisi Chimiche Sorgenti Burano Ottobre 1991											
Sorgenti	pH	C.E. μS/cm	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	CO3 mg/l	HCO3 mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 mg/l
S. 6	7.3	421	75.5	2.5	12.3	0.7	0	256.2	9	14.8	3.4
S. 17	8	341	63.3	1.4	9.5	0.3	12	207.4	10.6	14.2	0.5
S. 21	7.6	350	56.1	4.9	6.2	0.5	3	180	29.2	7.3	1
S. 23	7.9	309	58.5	2.1	5.5	0.2	6	178	7	8.6	1.4
S. 26	7.8	301	59.3	2	4.6	0.3	6	176.9	6	6.2	1.6
S. 32	7.5	369	62.9	20.3	11.7	0.7	6	231.9	10.7	13.4	0.5
S. 38	7.6	285	44.1	1.2	6.6	0.5	3	131.2	14.1	7.5	1.9
S. 41	7.55	279	52.9	1.7	6.2	1	0	167.8	9.8	6.7	1.9
S. 43	7.55	248	58.9	0.9	3.9	0.3	3	140.3	7	6.4	5.6
S. 51	7.9	316	48.1	0.8	3.1	0.2	9	148.6	6.2	3.9	1.2
S. 59	7.4	253	50.5	1	4.8	0.4	0	152.5	7.9	5.2	3.4
S. 63	7.5	264	49.3	1	6	0.2	0	155.6	8.1	8.4	1.6
S. 75	7.4	316	56.9	3.7	5.2	0.8	0	192.2	7.6	6.9	4.5
S. 77	7.6	361	62.1	1.4	8.7	0.3	3	189	8.2	15.6	0.5
S. 78	7.8	374	72.1	1.5	6.9	0.3	9	189	8.4	13.8	0.5
S. 83	7.8	281	46.5	1.5	11.7	0.9	3	155.6	12.3	8.7	0.5
S. 86	7.4	1310	225	55.1	6.5	0.7	0	164.7	710	6.6	1.5
S. 87	7.6	300	62.5	1.3	8.6	0.3	3	164.7	12	11	1.5
S. 90	7.3	477	86.6	1.8	9.8	1	0	298.9	9.4	12.7	1.4
S. 97	7.75	576	55.3	19.7	30.6	1.7	6	320.3	10.2	16.4	0.5
S. 105	7.33	317	57.7	2.4	7.2	1.4	0	195.2	6.1	9.5	23.6
S. 106	7.8	446	70.5	8.3	4.8	0.5	6	153.8	96.2	5.7	2.1
S. 109	7.5	405	73.7	1.1	12.3	0.4	0	219.6	12.4	21.7	0.5
S. 115	7.6	311	59.3	1.5	6.8	0.4	3	180	11.2	7.6	3.4
S. 118	7.5	357	70.2	2	5.9	0.3	0	225.7	6.8	8	0.5
S. 119	7.55	346	63.7	4.8	3.2	0.3	3	207.6	7.9	6.9	1.2
S. 124	7.5	320	62.5	1.3	9.4	0.4	0	189.1	9.8	10.1	1.9
S. 126	7.45	377	75.3	1.8	7.6	0.3	0	234.9	18.6	10.4	0.5
S. 128	7.4	312	60.5	1.4	6.4	0.4	0	198.3	11.2	7.3	1.4
S. 131	7.4	382	74.1	1.9	7.2	0.3	0	234.9	18.6	9.7	0.5
S. 135	7.4	385	72.1	4.2	6.9	0.4	0	225.7	23.4	9.1	0.5
S. 136	7.3	382	75.3	1.7	7.2	1	0	241	7.1	8	0.5
S. 139	7.55	315	61.7	1.2	5.2	0.4	3	194.6	3.5	6.8	0.5
S. 140	7.3	297	68.1	1.3	5.3	0.8	0	186.1	7.8	7.2	0.5
S. 141	7.4	234	43.3	1.1	4	0.4	0	125.1	12.8	6.2	5.1
S. 143	7.2	354	67.7	1.4	6	1.4	0	207.4	10.1	8.2	6.2
S. 147	7.6	233	40.9	0.8	4	0.2	3	122	3.4	6	0.5
S. 148	7.4	316	58.5	1.1	7.7	0.4	0	189.2	3.8	6.7	1.1
S. 151	7.25	450	84	3.2	12	0.9	0	298.9	10.3	9.2	1
S. 153	7.48	283	55.3	1	4.5	0.3	3	169.8	3.3	6.3	2.6
S. 155	7.6	315	60.5	1.3	5.6	0.3	3	174.6	10.8	8.8	1
S. 157	7.7	260	49.7	1.5	5.9	0.4	3	143.4	11.8	5.6	5.6
S. 162	7.5	364	68.5	1.8	9.6	0.5	0	225.7	8.3	11.6	0.6
S. 164	7.45	299	59.3	1	4.8	0.4	0	183	5.2	5.8	1.2
S. 172	7.26	316	60.1	1.3	6.2	0.9	0	189.1	6.8	8	6.4
p 4	7.5	549	88	13.5	4.9	0.6	0	164.7	168.4	5.1	1.7
p 8	7.3	337	65.9	1.4	10.7	1.2	0	207.4	5.8	7.3	3.9

47 punti

- Individuare le zone di ricarica e delle relative quote medie di infiltrazione delle acque e i tempi di residenza delle acque nella roccia serbatoio.

Come risultato fondamentale si è ricavato che le acque della Scaglia e della Maiolica presentano caratteristiche molto simili, differenziandosi nettamente, dal punto di vista idraulico, da quelle del Complesso del Massiccio/Corniola.

L'andamento delle portate nei 30 punti d'acqua del monitoraggio mensile ha permesso di evidenziare un tipo di regime caratterizzato da due massimi e due minimi, con un classico andamento bimodale che rimarca, con sfasamenti più o meno evidenti nel tempo, quello delle precipitazioni.

Le portate, generalmente perenni, mostrano una forte variabilità con valori minimi anche inferiori ad 1 l/s e massimi di circa 40-50 l/s (con punta oltre i 100 l/s); le sorgenti della Maiolica monitorate presentano valori minimi in genere superiori ai minimi registrati nelle sorgenti della Scaglia.

I valori di portata permettono di classificare tali emergenze nella 5°, 6°, 7° ed 8° classe in base alla classificazione proposta da Meinzer.

Le curve di esaurimento calcolate in sede di elaborazione dei dati di campo, hanno fornito valori del coefficiente di esaurimento di Maillet variabile da 10^{-3} a 10^{-2} , permettendo di caratterizzare per le varie emergenze la minore o maggiore permeabilità dell'acquifero stesso e, indirettamente, di risalire al grado di fratturazione della roccia.

Il tipo di circolazione e l'estensione del bacino di alimentazione di una sorgente influenzano in modo marcato l'andamento delle temperature delle acque; il segnale stagionale è presente in tutte le emergenze, ma è notevolmente attenuato in quelle che presentano bacini di alimentazione più estesi, e, quindi, volumi d'acqua d'immagazzinamento sufficienti ad annullare gli effetti dovuti ad una rapida circolazione.

L'eventuale circolazione in depositi detritici o aree molto superficiali, favorisce invece una accentuazione del segnale stagionale e ciò è confermato anche dalla variabilità dei parametri idrochimici.

Infatti, la facies idrochimica delle acque dei due complessi è praticamente indistinguibile, caratterizzandosi come bicarbonato-calcica (diagramma di Piper Fig. 7); alla stessa famiglia appartengono le acque delle cavità carsiche e quelle delle sorgenti emergenti dal Massiccio, ma legate ad una circolazione molto rapida (zone esposte più rilevate).

Da quanto esposto risulta evidente che il tipo di circolazione idrica del Complesso Scaglia e Maiolica è caratterizzato da acque a limitata percorrenza e a breve permanenza nel sottosuolo.

Burano 2

N - Sample

1 : 006 (2)
2 : 017 (2)
3 : 021 (2)
4 : 023 (2)
5 : 026 (2)
6 : 032 (2)
7 : 038 (2)
8 : 041 (2)
9 : 043 (2)
10 : 051 (2)
11 : 059 (2)
12 : 063 (2)
13 : 075 (2)
14 : 077 (2)
15 : 078 (2)
16 : 083 (2)
17 : 086 (2)
18 : 087 (2)
19 : 090 (2)
20 : 097 (2)
21 : 105 (2)
22 : 106 (2)
23 : 109 (2)
24 : 115 (2)
25 : 118 (2)
26 : 119 (2)
27 : 124 (2)
28 : 126 (2)
29 : 128 (2)
30 : 131 (2)

N - Sample

31 : 135 (2)
32 : 136 (2)
33 : 139
34 : 140 (2)
35 : 141 (2)
36 : 143 (2)
37 : 147 (2)
38 : 148 (2)
39 : 151 (2)
40 : 153 (2)
41 : 155 (2)
42 : 157 (2)
43 : 162 (2)
44 : 164 (2)
45 : 172 (2)
46 : p4 (2)
47 : p8 (2)

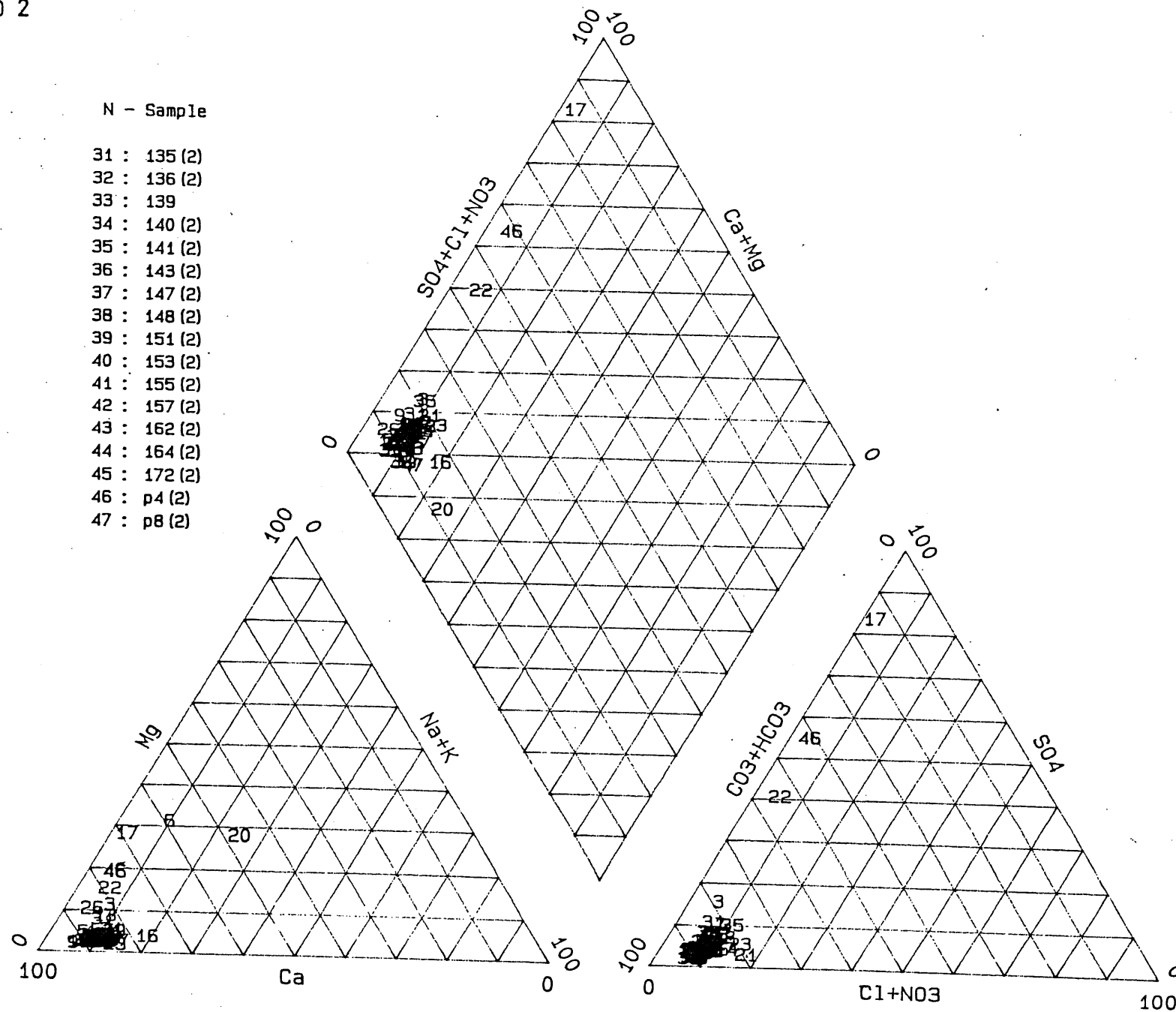


FIG. 7

Le acque legate al Complesso idrogeologico del Massiccio/Corniola, si differenziano dai due sopra esposti, sia nel regime delle portate e delle temperature, sia come facies idrochimica.

L'acquifero in oggetto, caratterizzato da una elevatissima ricettività idrica, è alimentato direttamente dalle precipitazioni meteoriche che si verificano in corrispondenza dei suoi affioramenti situati nelle zone di alto morfologico (M. Nerone, M. Catria e M. Acuto).

Tale acquifero presenta sia un circuito superficiale, localizzato nelle aree di alimentazione in condizioni di falda libera, sia uno profondo in pressione, che si viene a creare per il defluire sotterraneo delle acque nel corpo acquifero e per la presenza dell'acquiclude soprastante, e costituito dai Calcari diasprini e dal Rosso Ammonitico.

Le sorgenti emergenti nelle aree di alto strutturale, presentano, perciò, caratteristiche idrodinamiche e idrochimiche del tutto analoghe a quelle dei complessi superiori.

Generalmente le maggiori manifestazioni sorgentizie del Complesso sono ubicate a quote relativamente basse, emergendo direttamente negli alvei fluviali e originando vere e proprie sorgenti lineari distribuite lungo il tratto di fiume che taglia la dorsale carbonatica, contribuendo notevolmente ad incrementare la portata dei fiumi.

Classico esempio è la sorgente S. Nicolò (S086), ubicata lungo il F. Bosso ed affiorante per motivi tettonici dai calcari della Corniola, la cui portata di magra è superiore a 100 l/s; tale emergenza rappresenta il termine di circolazione più profonda, con temperature delle acque di 18 °C e valori di conducibilità medi superiori a 1200 uS/cm.

Le acque di questa emergenza si caratterizzano per gli alti valori di solfati e magnesio (famiglia di appartenenza la bicarbonato - solfato - calcica), superiori a tutti i valori misurati; questi parametri sono indicativi di una circolazione profonda e liscivazione delle Anidriti di Burano.

L'acqua del pozzo Cagli 1 (perforato dall'Aquater), rappresentativa dell'acqua della falda in pressione del Massiccio, presenta una composizione compresa fra quelle della sorgente S106 e quelle del pozzo P4 (acquedotto di Cagli), ed è caratteristica di un circuito più lungo e profondo e con flusso in pressione.

Da quanto esposto risulta evidente che le acque del Complesso del Massiccio danno origine a due tipi di circolazione:

- una a causa della fratturazione ed ai fenomeni carsici riemerge in superficie dopo un breve circuito poco mineralizzata (S075), ed in particolare quasi priva di SO₄, perciò indistinguibile da acque con analoghi circuiti, ma appartenenti a complessi superiori.

- un'altra compie un circuito più lungo e profondo e perciò risulta più mineralizzata in Mg e SO₄ (maggior tempo di contatto fra acqua e roccia serbatoio) ; valori estremi si hanno nel caso di acque che abbiano subito un contatto con le Anidriti di Burano (S086).

A causa della particolare condizione strutturale in cui vengono a trovarsi le litologie del Massiccio, le acque circolanti in esso assumono una condizione di artesianità.

Il regime di deflusso più profondo del Massiccio è caratteristico, perciò, di acque a lunga percorrenza e prolungata permanenza nel sottosuolo.

Logicamente si osservano sovrapposizioni dei due regimi (dovuti ad una miscelazione delle acque dei due cicli), che si possono considerare come casi estremi.

6.3 Analisi isotopiche

Le analisi isotopiche eseguite sulle acque sotterranee e su quelle meteoriche, si riferiscono al contenuto in Deuterio (D), Ossigeno 18 e Tritio.

25 campioni di acque meteoriche sono stati prelevati mensilmente da 5 stazioni della rete pluviometrica, ubicate a quote crescenti tra 275 m e 1085 m slm.

In tale arco di tempo sono state eseguite inoltre due campagne di campionamento per le acque sotterranee (Maggio '91 e Ottobre '91) su 25 punti d'acqua, per totale di 50 campionamenti; il contenuto in Tritio è stato analizzato su tutti i campioni di acqua meteorica, mentre nelle acque sotterranee è stata eseguita l'analisi solo su 5 campioni per ogni campagna idrochimica.

- Ossigeno 18 e Deuterio

Determinando i contenuti in isotopi pesanti stabili delle acque sotterranee, e correlandoli con le variazioni della composizione isotopica delle acque di precipitazione in funzione dell'altitudine, è possibile calcolare la quota media in funzione dell'area di ricarica di sorgenti e falde.

Dai dati ottenuti dall'analisi delle acque di precipitazione si ottiene un gradiente medio di $-0.106 \text{ ‰ per } 100 \text{ m}$.

Alla luce di questo dato il pozzo P4 (Acquedotto di Cagli) e il pozzo Cagli 1 (Aquater), ubicati lungo l'incisione valliva del T. Burano

risultano avere una quota media di ricarica di 1400 m sul livello del mare.

Tale quota limita l'area di alimentazione dell'acquifero profondo alle aree più elevate, corrispondenti agli affioramenti del Calcarea Massiccio negli alti morfologici del Catria e Nerone.

Un analogo calcolo effettuato con il Deuterio, ha indicato invece una quota media di ricarica di 1000 m; questa seconda possibilità estenderebbe in modo significativo l'area disponibile per la ricarica del sistema acquifero profondo.

- Tritio

Il Tritio è il più pesante degli isotopi dell'idrogeno ed è il solo radioattivo; la sua determinazione è fondamentale per la datazione delle acque sotterranee, cioè per identificare i tempi di residenza delle acque nella roccia serbatoio.

Nelle acque meteoriche campionate su 5 punti dell'area (stazioni meteo), sono stati rilevati valori variabili da 4.5 a 9 U.T. (Unità Tritio), mentre nei campioni di acqua sotterranea i valori dell'isotopo presentano valori compresi tra 10 e 20 U.T.; tale differenziazione determina una età media delle acque sotterranee di circa 15 anni (complesso Corniola-Massiccio).

Per alcune sorgenti appartenenti ai complessi superiori, questo crono-indicatore ha fornito un'età di circa 10 anni.

6.4 Conclusioni idrogeologiche

Come sintetiche conclusioni della caratterizzazione idrogeologica dell'area M.Catria-M.Nerone, si può esprimere:

- a) Le emergenze dei complessi idrogeologici della Scaglia e della Maiolica sono caratterizzate da portate massime non superiori ai 50 l/s, da una notevole variabilità della portata e delle temperature durante l'anno idrologico, da ampia variabilità dei caratteri idrochimici ed isotopici, da bacini di alimentazione di limitata estensione, o quanto meno strettamente legati alle condizioni tettonico-strutturali delle formazioni.

Si tratta quindi di sorgenti con circolazione rapida, a cui sono associabili anche emergenze dell'acquifero basale, ma di quota elevata.

- b) Le acque circolanti nel complesso idrogeologico profondo del C.Masssicio-Corniola, sono invece caratterizzate da notevole portata (anche superiore ai 100 l/s), da stabilità del regime di portata e temperatura e dei parametri idrochimici ed isotopici, con pressochè totale assenza di segnali stagionali, e da un elevato tenore di magnesio e solfati.

I bacini di alimentazione sono ubicati nelle aree di alto morfologico, che in genere corrispondono agli alti strutturali giurassici.

7. CLIMATOLOGIA E BILANCIO IDROGEOLOGICO

La definizione dei principali parametri pluvio-termometrici riveste un ruolo basilare per il calcolo dei volumi d'acqua meteorica disponibili per il deflusso superficiale e sotterraneo.

Nei paragrafi seguenti vengono schematicamente illustrate le caratteristiche idrologiche salienti dell'area in studio.

- Precipitazioni

Il regime pluviometrico dell'area è del tipo sublitoraneo appenninico, caratterizzato da un massimo principale in autunno e da un minimo estivo.

I dati elaborati sono relativi ad 8 stazioni pluviometriche ricadenti all'interno del territorio.

Le precipitazioni medie annue variano tra i 1765 mm/a delle zone più occidentali della dorsale (stazione di Scheggia e Cantiano) ai 1313 mm/a delle aree più orientali; in particolare le precipitazioni maggiori nel versante interno si verificano nella stagione invernale e primaverile, mentre non vi sono variazioni evidenti nella stagione estiva ed autunnale.

Tale situazione ha portato ad una suddivisione dell'area in due zone distinte (indicate come zona A, Pianello e zona B, Piobbico).

Ai valori di precipitazione delle due zone, sono state apportate correzioni con la quota, suddividendo ulteriormente le due zone in 5 fasce altimetriche.

- Temperature

La temperatura media annua è compresa tra i 11 e 11.5 °C, con minimi nel mese di Gennaio e massimi nel mese di Luglio; l'escursione annuale media è di 17 °C.

Per le temperature esiste una correlazione con i parametri geografici, quali la quota, la latitudine, la longitudine e la distanza dal mare; più significativa risulta la variazione in funzione della quota; il gradiente medio annuale di temperatura media è pari a 0.43 +/- 0.01 °C/100 m.

7.1 Bilancio idrogeologico

Per il calcolo del bilancio idrogeologico è stata utilizzata la procedura proposta da Thornthwaite-Mather.

Essendo noti i valori di precipitazione e delle temperature medie mensili di ogni fascia altimetrica, è stato calcolato il valore di evapotraspirazione potenziale e reale relativo ad ogni fascia.

Applicando i parametri ottenuti alla formula : $P = E_r + D_p$

dove ($D_p = I_p + R_p$) rappresenta il deflusso idrico globale è possibile individuare i deflussi idrici globali, cioè quelli costituiti dalle acque di ruscellamento superficiale e di infiltrazione.

Per ottenere i due parametri sopracitati sono state utilizzate due diverse metodologie.

① Una prima metodologia, applicata a tutta l'area (215 Km²), è basata sul metodo di Kennessey.

Questo metodo permette di calcolare il deflusso idrico superficiale tenendo conto dei parametri naturali che lo condizionano: clima, permeabilità dei terreni, acclività e copertura vegetale.

I parametri in oggetto vengono espressi con dei coefficienti variabili in base all'Indice di Aridità di De Martonne, e la loro somma esprimerà il coefficiente di deflusso:

$$C_d = C_a + C_v + C_p$$

I valori così ottenuti, relativi ad ogni fascia altimetrica, sono stati utilizzati ai fini del bilancio.

② Una seconda metodologia si è basata sull'utilizzo dei valori del c.i.p. (coefficiente d'infiltrazione potenziale) espresso in % per ogni formazione litologica; tale dato rappresenta la percentuale di deflusso che si infiltra nel sottosuolo.

Attraverso diversi passaggi, che hanno portato a calcolare il c.i.p. relativo ad ogni fascia altimetrica, in base alla percentuale di litologia affiorante, si è giunti ad ottenere il bilancio idrologico dell'intera area in esame (215 Km² - Figg. 8 e 9).

Data l'uniformità dei dati con i valori ottenuti con il precedente metodo, si è effettuato il bilancio sia per la struttura carbonatica M. Catria - M. Nerone, sia quello relativo alle sole zone ritenute fonte di alimentazione diretta dell'acquifero profondo.

La struttura M. Catria-M. Nerone considerata è delimitata con continuità nel fianco Nord-orientale dal piano di sovrascorrimento frontale che, dal Corno del Catria (a sud est), passando per la Balza dell'Aquila, Rocca Baiarda, Genga Aguzza, M. Campifobio, Secchiano e Fosto, arriva fino alla località Bacciardi e quindi da qui fino a Poggio della Rava a nord-ovest; tutto il fianco sud-occidentale è delimitato dal contatto stratigrafico Scaglia variegata - Scaglia cinerea.

BILANCIO SU AREA TOTALE (251 KM2)

Fascia altim.	ZONA A - Pianello			ZONA B - Piobbico			TOTALE			
	Km2	P mm	AE mm	Km2	P mm	AE mm	Km2	P mm	AE mm	Dp mm
da 1400 a 1700	1.56	2071.9	526.5	2.56	1966.7	588.2	4.12	2006.5	564.8	1441.7
da 1100 a 1400	10.25	1876.9	504.6	13.56	1820.2	523.7	23.81	1844.6	515.5	1329.1
da 800 a 1100	26.49	1681.9	592.8	29.99	1625.2	609.4	56.58	1648.9	600.6	1048.4
da 500 a 800	49.31	1486.9	599.8	68.16	1430.2	611.7	117.47	1454	606.6	847.4
da 200 a 500	20.66	1291.9	632.7	28.45	1235.2	635.7	49.11	1259.1	634.4	624.7
							251.09	1505.9	601.3	904.6

c.i.p.	FASCE ALTIMETRICHE (km2 in relazione ai vari raggruppamenti litologici)						FORMAZIONI
	1400/1700	1100/1400	800/1100	500/800	200/500	Tot. km2	
95 %	0.76	3.44	4.62	1.84	0.7	11.36	CM s.l. calcare munito
80 %	1.95	14.48	28.2	27.77	10.86	83.26	C - M coniole - mellea
60 %	0.33	1.3	18.72	54.47	13.12	87.94	SB - SR scoglie bianche e rosse
20 %	0.67	0.94	1.45	18.83	10.8	32.69	CD - SV - B - AMV - MA calcare di argine
10 %	0.5	2.84	3.59	14.56	13.63	35.12	Ra.Bg - SC - Sh - MF scoglie mellee
	4.21	23	56.58	117.47	49.11	250.37	sono ammantate formazioni del Bageron scoglie bianche schlier marna e fusidi

BILANCIO AREA TOTALE (251 KM2)				
FASCIA ALTIM.	c.i.p.	Dp mm	lp mm	Rp mm
da 1400 a 1700	63,3 %	1441.7	912.6	529.1
da 1100 a 1400	70,0 %	1329.1	930.4	398.7
da 800 a 1100	68,1 %	1048.4	714	334.4
da 500 a 800	52,7 %	847.4	446.6	400.8
da 200 a 500	42,2 %	624.7	263.6	379.9
TOTALI	58,0 %	904.6	524.7	379.9

P =	AE +	Rp +	lp
1505,9	601,3	379,9	524,7
100 %	40 %	25 %	35 %

La struttura, alle estremità settentrionale e meridionale, è delimitata dagli alti morfo-strutturali che danno luogo al M.Catria e al M.Nerone; la superficie della struttura così delimitata è di 115 kmq.

I risultati ottenuti hanno fornito valori dell'infiltrazione efficace di 666.7 mm/a pari al 42% delle precipitazioni (Figg. 1 e 11); tale valore corrisponde ad una portata di circa 2.43 mc/s, per un'alimentazione specifica pari a circa 21 l/s'kmq.

Il bilancio idrologico relativo invece alle sole zone di affioramento del Calcare Massiccio, nell'area del M. Catria, M. Acuto, M. Nerone (totale 15.3 Km²), dove si è ipotizzato si abbia la ricarica dell'acquifero profondo, ha dato valori di infiltrazione efficace pari al 6% delle precipitazioni (Figg. 12 e 13); per tale zona è stata calcolata, a partire dal valore dell'infiltrazione in mm, una portata di 0.513 mc/s, pari ad una alimentazione specifica di 33.5 l/s'Km² che ben si accorda con i valori d'infiltrazione efficace forniti da BONI per le aree di piattaforma carbonatica che riporta valori compresi fra i 25 ed i 38 l/s'Km².

Per avere una stima di larga massima delle risorse effettivamente disponibili riferite alla struttura M.Catria-M.Nerone (area di 115 kmq), alle portate sopra descritte devono essere sottratte le quantità effettivamente in uscita che sono:

- 1- Le rese in alveo e le sorgenti direttamente insistenti sui corsi d'acqua interni (Candigliano, Biscubio, Bosso, Burano, Cinisco, Sentino), che da misure eseguite su sezioni in ingresso ed in uscita della serie e dai dati rilevati in corrispondenza degli strumenti misuratori di livello ad ultrasuoni, ammontano a circa 1.1 mc/s.
- 2- Le sorgenti che, presenti nell'area di 115 kmq vengono captate per usi diversi, per una portata complessiva stimata di circa 0.3 mc/s.

Sommando i due valori si ottiene un totale di circa 1.4 mc/s che, sottratto ai 2.43 mc/s che costituiscono la portata di infiltrazione, indica per l'area in oggetto una potenzialità residua di circa 1.03 mc/s.

Da convenzione indicata dal mondo accademico e da Enti di Controllo è possibile emungere il 30/40 % della risorsa potenzialmente disponibile senza creare squilibri e ciò, per l'area in oggetto, determina una portata di circa 0.34 mc/s disponibile per l'emungimento.

Considerando che tali calcoli si basano in realtà su dati aventi serie temporali diverse (pluriennali per le precipitazioni ed annuali per le misure di portata su sezioni fluviali e sorgenti), i valori espressi debbono essere considerati come puramente estimativi e da confermare con osservazioni sul lungo periodo.

Da quanto sopra esposto si evince comunque che nell'area indagata le risorse idriche sotterranee sono senza dubbio notevoli, sia quantitativamente che qualitativamente, e che i programmati 0.03 mc/s necessari per il

ripristino qualitativo dell'approvvigionamento idropotabile di alcune zone ubicate nella zona, possono essere senza dubbio allontanati dal pozzo Cagli 1 senza timori di creare squilibri idrogeologici.

Per prelievi di maggiore entità si ritiene invece necessario prolungare nel tempo (di norma per almeno 5 anni), le attività di monitoraggio ed osservazione idrologica ed idrogeologica per poter avere, anche con ulteriori prove di emungimento sul lungo periodo dal pozzo Cagli 1, dati reali sulle capacità produttive degli acquiferi esistenti.

BILANCIO STRUTTURA M. CATRIA - M. NERONE (115 km²)

Fascia altim.	ZONA A - Pianello			ZONA B - Piobbico			TOTALE			
	Km ²	P mm	AE mm	Km ²	P mm	AE mm	Km ²	P mm	AE mm	Dp mm
da 1400 a 1700	1.56	2071.9	526.5	2.57	1966.7	588.2	4.13	2006.5	564.9	1441.5
da 1100 a 1400	10.15	1876.9	504.6	12.56	1820.2	523.7	22.71	1845.5	515.2	1330.3
da 800 a 1100	19.36	1681.9	592.8	16.87	1625.2	609.4	36.23	1655.5	600.5	1055
da 500 a 800	20.69	1486.9	599.8	19.01	1430.2	611.7	39.7	1459.7	605.5	854.2
da 200 a 500	5.5	1291.9	632.7	6.64	1235.2	635.7	12.14	1260.9	634.3	634.3
							114.91	1596.3	587.7	1008.6
c.i.p.	FASCE ALTIMETRICHE (km ² in relazione ai vari raggruppamenti litologici)						FORMAZIONI			
	1400/1700	1100/1400	800/1100	500/800	200/500	Tot. km ²				
95 %	0.75	3.45	4.4	1.65	0.65	10.9	CM s.l. C - M SB - SR CD - SV - B - AMV - MA Ra.Bg - SC - Sh - MF			
80 %	1.95	14.5	21.1	16.4	5.3	59.25				
60 %	0.35	1.2	6.5	13	3.75	24.8				
20 %	0.65	0.95	0.7	3.65	0.85	6.8				
10 %	0.4	2.85	3.5	5	1.6	13.35				
	4.1	22.95	36.2	39.7	12.15	115.1				

BILANCIO STRUTTURA M.CATRIA - M.NERONE (115 km2)				
FASCIA ALTIM.	c.i.p.	Dp mm	lp mm	Rp mm
da 1400 a 1700	64,7 %	1441.5	932.7	508.8
da 1100 a 1400	70,0 %	1330.3	931.2	399.1
da 800 a 1100	70,3 %	1055	741.7	313.3
da 500 a 800	59,7 %	854.2	510	344.2
da 200 a 500	61,2 %	626.6	383.5	243.1
TOTALI	66,1 %	1008.6	666.7	341.9

P =	AE +	Rp +	lp
1596.3	587.7	341.9	666.7
100 %	37 %	21 %	42 %

BILANCIO AREE ALIM. DIRETTA ACQUIFERO PROFONDO (15,3 km²)

Settore M. Catria - M. Acuto

	ZONA A - Pianello ovest			ZONA B - Piobbico			TOTALE			
Fascia altim.	Km2	P mm	AE mm	Km2	P mm	AE mm	Km2	P mm	AE mm	Dp mm
da 1400 a 1700	0.36	2071.9	526.5	1.14	1966.7	588.2	1.5	1991.9	573.4	1418.5
da 1100 a 1400	1.26	1876.9	504.6	3.9	1820.2	523.7	5.16	1834	519	1315
da 800 a 1100	0.58	1681.9	592.8	1.76	1625.2	609.4	2.34	1639.3	605.3	1034
da 500 a 800	---	---	---	0.2	1430.2	611.7	0.2	1430.2	611.6	818.6
							9.2	1801.4	551.8	1249.6

Settore M. Nerone

	ZONA A - Pianello			ZONA B - Piobbico			TOTALE			
Fascia altim.	Km2	P mm	AE mm	Km2	P mm	AE mm	Km2	P mm	AE mm	Dp mm
da 1100 a 1400	1.53	1876.9	504.6	1.52	1820.2	523.7	3.05	1848.6	514.1	1334.5
da 800 a 1100	1.37	1681.9	592.8	0.93	1625.2	609.4	2.3	1659	599.5	1059
da 500 a 800	0.6	1486.9	599.8	0.15	1430.2	611.7	0.75	1475.6	602.2	873.4
							6.1	1731.3	557.1	1174.2

BILANCIO ACQUIFERO PROFONDO						
FASCE ALTIMETRICHE (km2 in relazione ai vari raggruppamenti)						
c.i.p.	1400/1700	1100/1400	800/1100	500/800	Tot. km2	Formazioni
95 %	0.8	2.65	2.62	0.79	6.86	CM
80 %	0.7	5.56	2.02	0.16	8.44	C - M
	1.5	8.21	4.64	0.95	15.3	

BILANCIO ACQUIFERO PROFONDO (15,3 km2)				
FASCIA ALTIM.	c.i.p.	Dp mm	lp mm	Rp mm
da 1400 a 1700	88 %	1418.5	1248.3	170.2
da 1100 a 1400	84,8 %	1322.2	1121.2	201
da 800 a 1100	88,5 %	1046.6	926.2	120.4
da 500 a 800	92,5 %	861.9	797.3	64.6
TOTALI	86,7 %	1219.6	1057.4	162.2

P =	AE +	Rp +	lp
1773,5	553,9	162,2	1057,4
100 %	31 %	9 %	60 %

8. PERFORAZIONE POZZO "CAGLI 1"

Il programma di studio prevedeva, al compimento della campagna geofisica e previa definizione preliminare dello schema idrogeologico, la realizzazione di un pozzo sperimentale, eseguito a rotazione con distruzione di nucleo.

La perforazione del pozzo Cagli 1 ha i seguenti obiettivi prioritari:

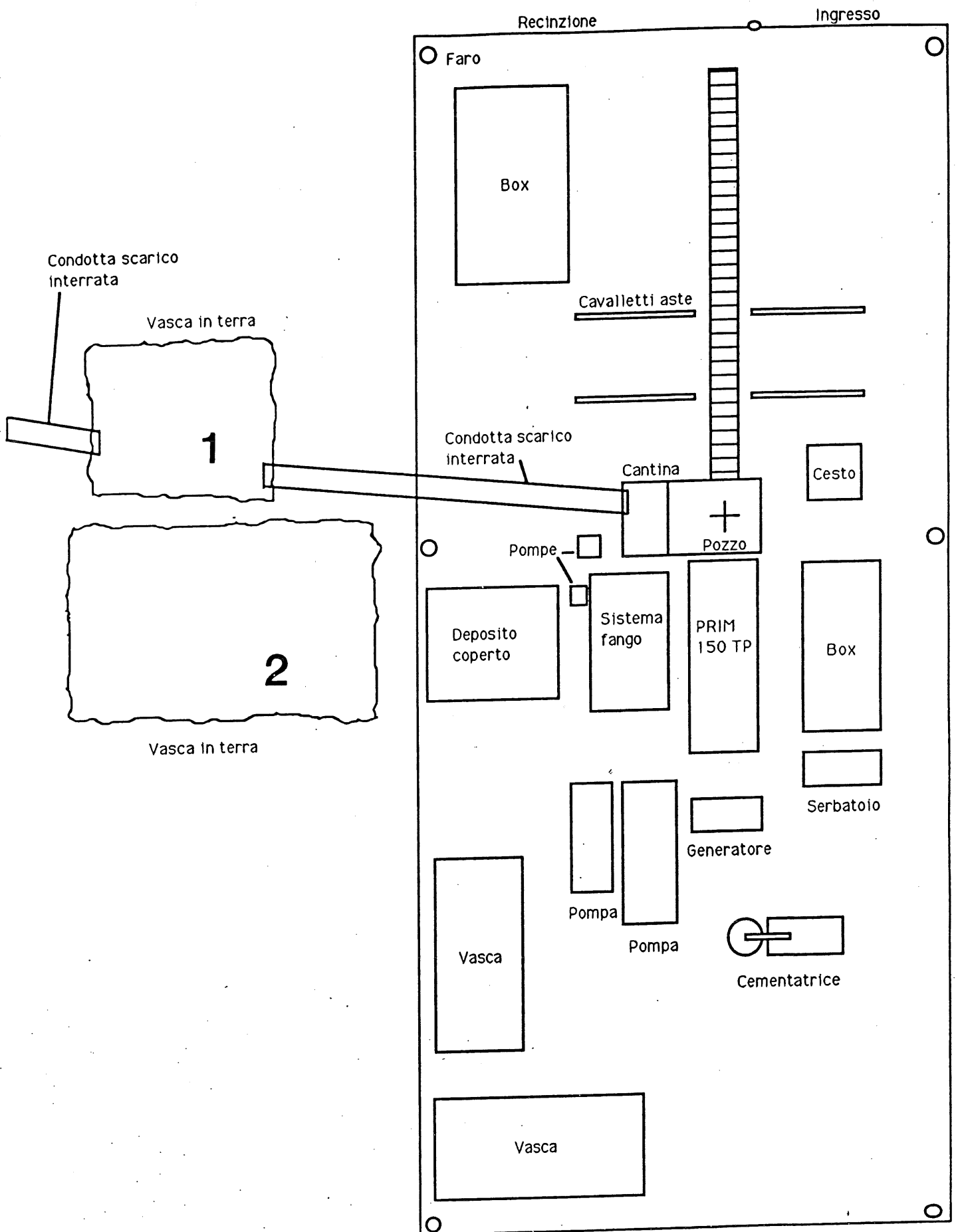
- costituire un punto di approvvigionamento idropotabile di emergenza per eventuali esigenze di Protezione Civile, e come fonte di soluzione per i problemi connessi all'inquinamento di atrazina nelle frazioni del Comune di Cagli.
- costituire uno dei punti focali per lo studio sulle potenzialità idriche nella dorsale carbonatica.
- costituire un punto di prova ed osservazione del sistema idrico profondo.

Al di là di questo il pozzo ha dimostrato, pur con osservazioni limitate nel tempo, a cui dovrà seguire un approfondimento mediante nuove prove sul pozzo stesso, caratteri propri che hanno superato le previsioni iniziali (basate su precedenti perforazioni Agip), avendo rinvenuto portate ben superiori a quanto noto e a profondità molto minori di quelle conosciute.

- Caratteristiche della perforazione

Le operazioni di cantiere hanno seguito questo programma:

1. Allestimento del cantiere, così come riportato in Fig. 14; questo ha previsto come opere accessorie, la costruzione di un ponte provvisorio sul T. Burano per l'accesso al luogo di perforazione, scavo di una cantina per l'alloggiamento delle attrezzature di testa pozzo e di due vasche di grandi dimensioni per il deposito dei fanghi e per evitarne lo scarico diretto nel fiume.
2. Perforazione fino a 13.5 m di profondità con diametro $\phi = 26"$ e cementazione nel foro di una tubazione $\phi = 24"$ (1^a fase).
3. Perforazione fino a 27.5 m di un foro di $\phi = 23"$ e cementazione di un casing di $\phi = 18"5/8$ (2^a Fase).
4. Montaggio di un sistema di sicurezza a testa pozzo (BOP tipo CAMERON F) e perforazione fino ad una profondità di 99.5 m con di $\phi = 17"1/2$ (3^a fase) e cementazione di un casing di $\phi = 13"3/8$ (4^a fase).
5. Perforazione fino a 262.5 m con $\phi = 12"1/4$ a "foro scoperto". Per questo ultimo tratto, non si è resa necessaria la tubazione di rivestimento che sarebbe risultata inutile.



Lo schema del profilo del pozzo Cagli 1 è riportato nella Fig. 15.

La perforazione ha messo in evidenza l'esistenza di un acquifero di tipo artesianico in cui la portata aumenta proporzionalmente alla profondità (Fig. 16); tali aumenti si sono manifestati sia in maniera costante, lenta e progressiva, sia con incrementi istantanei cospicui e puntuali verificatisi a quote ben precise, con l'intersezione di fratture del Massiccio.

Anche l'andamento delle pressioni ha subito un costante aumento, passando dai 3 bar (a bocca pozzo) dei -27.8 m, a 22 bar dei 127 m, per mantenersi quindi costante fino a fondo pozzo.

La temperatura delle acque si è mantenuta costantemente intorno a valori di 11 °C.

La stratigrafia dei terreni attraversati si riferisce a calcari biancastri-nocciola, con fratture aperte e ricementate da calcite secondaria.

La ricementazione delle fratture, evidenziata dai cuttings di perforazione che mostrano incrostazioni e concrescimenti di minerali secondari, è caratteristica di un chiaro processo di precipitazione dei carbonati, di cui sono ricche le acque circolanti in formazioni calcaree.

I fenomeni di ricementazione risultano evidenti fino a 130 m di profondità, mentre risultano assenti da -130 m fino quasi a fondo pozzo.

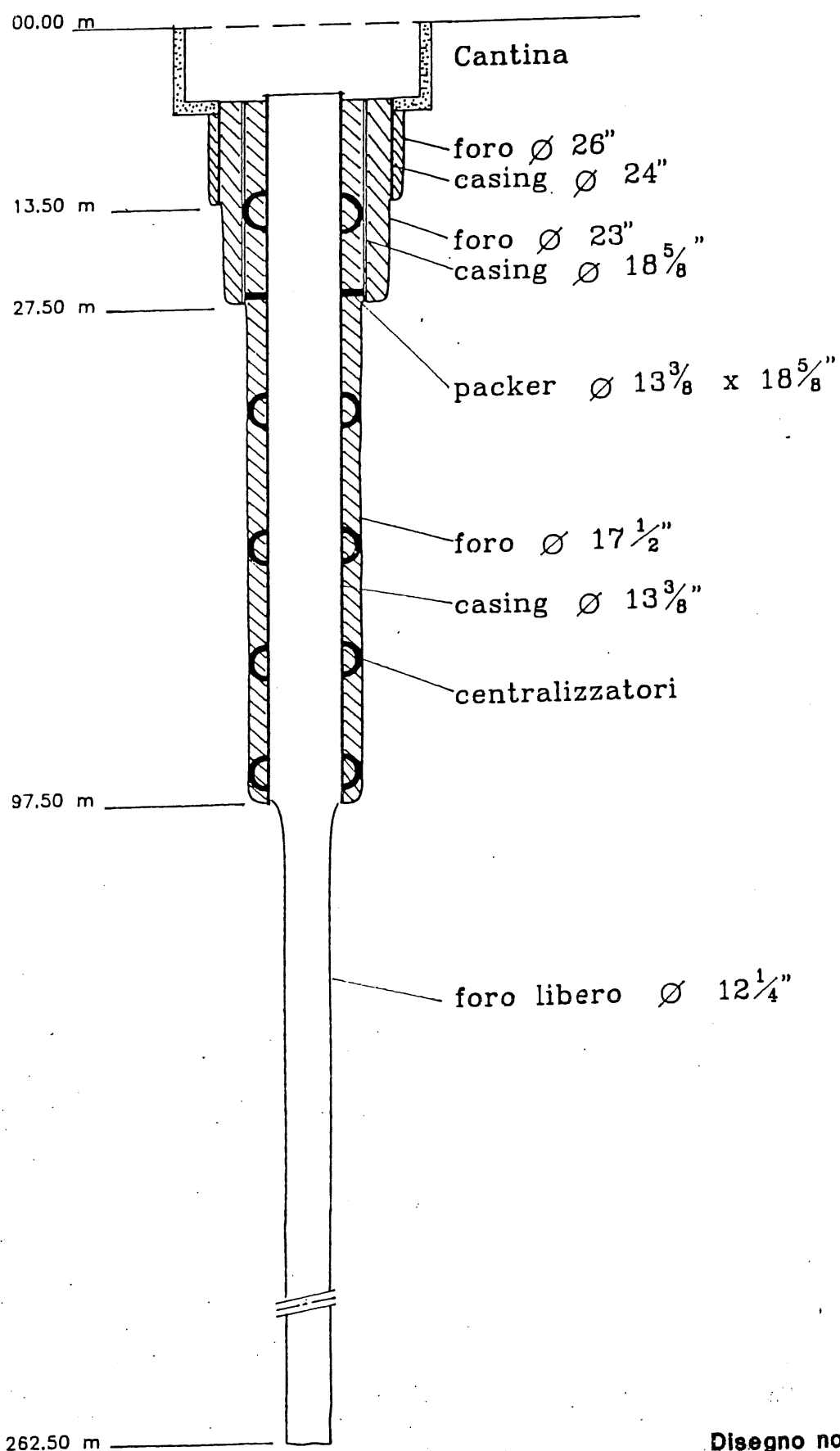
Questo fenomeno, favorito dalla minore pressione, provoca la progressiva chiusura delle fratture, riducendo la luce utile al passaggio dell'acqua (fenomeno di self sealing).

Da quanto emerso si deduce che l'acquifero in questione è caratterizzato da un tipo di circolazione idrica in pressione, che avviene attraverso fratture e canali di grosse dimensioni; la permeabilità del sistema aumenta verso il basso, dove i meati entro cui si muove l'acqua risultano sufficientemente grandi da non indurre forti perdite di carico.

8.1 Prove di portata

In aggiunta alle prove di portata eseguite durante tutto il periodo della perforazione, mirate a misurare in tempo quasi reale l'incremento delle venute d'acqua con l'approfondimento della perforazione, ultimata la perforazione e il completamento della testa pozzo e dei relativi scarichi a fiume, sono state eseguite due prove di portata a gradini, che hanno permesso di determinare le caratteristiche idrauliche del pozzo e i parametri idrodinamici dell'acquifero profondo.

PROFILO POZZO " CAGLI 1 "



1^a prova di portata

E' stata eseguita una prova a gradini crescenti di portata (da 50 l/s fino a 400 l/s) che si è protratta dall'08/04/92 al 16/04/92; durante la prova sono stati tenuti sotto osservazione tutti i punti della rete di monitoraggio strumentale elettronico, ed altri punti d'acqua significativi, compreso il pozzo dell'acquedotto di Cagli (P4) ubicato a circa 300 m dal pozzo in esame e funzionante come piezometro di osservazione.

La verifica delle pressioni a testa pozzo (sia per il Pozzo Cagli 1 che il P4), è stata effettuata utilizzando 3 manometri di precisione, di cui è stata eseguita la taratura, a termine della prova, per il confronto delle misure eseguite.

Il controllo della rete strumentale nel corso dello svolgimento della prova ha permesso di escludere qualsiasi influenza, in fase di emungimento del pozzo e sul medio termine, sia sulle portate delle sorgenti, sia a livello di osservazione microsismico.

Per quanto riguarda i valori numerici, la prova ha fornito i seguenti risultati:

1 ^a gradino -	50 l/s, pressione a testa pozzo 24.23 atm
2 ^a gradino -	100 l/s, pressione a testa pozzo 23.95 atm
3 ^a gradino -	200 l/s, pressione a testa pozzo 22.67 atm
4 ^a gradino -	300 l/s, pressione a testa pozzo 21.14 atm
5 ^a gradino -	400 l/s, pressione a testa pozzo 15.20 atm
risalita -	in 24 ore, dopo la chiusura del pozzo, la pressione era ripristinata a 24.1 atm a testa pozzo

Sulla base delle elaborazioni eseguite utilizzando appositi programmi di elaborazione e formule classiche dell'idrogeologia (Jacob, Theis)₂, è ricavata per l'acquifero una trasmissività (T) pari a 1.6×10^{-2} m/s (Fig. 17).

2^a prova di portata

Dopo circa 1 mese dalla prima è stata eseguita una seconda prova di portata a gradini, per un totale di 8 gradini e portate comprese tra 66 e 415 l/s, i cui dati elaborati permettono di assegnare al pozzo Cagli 1 una portata critica di 450 l/s ed una portata ottimale di 415 l/s (Fig. 18).

Profondità (m)	Portata (l/min)	Pressione (atm)	N O T E
16 ÷ 19			Lieve diluizione del fango Tubaggio CSG ϕ 18 5/8" a 27.50 m
127.50 ÷ 27.80	2.8	3	
28.50	3.15	3	
38.00	25.00	3	
44.00	30,00	3	
53.00	250,00	13	Da m 53 a m 80 la portata si mantiene $\pm$ costante Tubaggio CSG ϕ 13 3/8" a 97.50 m
80.00 ÷ 99.50	280.00	13	
99.50 ÷ 122.00	45 ÷ 53	13	
122.50 ÷ 124.50	145	22	
125.00	1200	23	
125.00 ÷ 136.40	2200	23	
136.00 ÷ 148.50	2400	23	
155.00 ÷ 156.60	3000	23	
163.00 ÷ 166.50	3400	23	
187.00 ÷ 188.00	4000	23	
205.00 ÷ 208.00	4500	23	
212.00 ÷ 212.70	6500	23	
212.70 ÷ 214.50	~ 10000	23	
217.00 ÷ 219.00	~ 10000	23	
226.60 ÷ 232.60	~ 13500	23	
238	~ 14300	23	
238.00 ÷ 247.00	~ 14800	23	C'è stato un lieve assorbimento (non valutabile data l'entità della portata) L'andamento si è avuto dai 232 in avanti Da 232 a 238 l'aumento è stato più graduale Aumento improvviso Aumento graduale Grossa frattura (segue)
247.00 ÷ 247.50	~ 18000	23	
247.50 ÷ 249.50	~ 19000	23	
249.50 ÷ 250.60	~ 21500	23	

Profondità (m)	Portata (l/min)	Pressione (atm)	Temp. °C	Conduc. Elet. μ s	pH	N O T E
249.50 ÷ 250.64	~22000	23	11	522	7.13	In scarico libero
253.00 ÷ 253.50	~24000	23	11	490	7.04	Il tutto misurato durante la perfora- zione
254.00 ÷ 255.00	~26500	22	11	502	7.15	Sostituito manometro
256.60	~28000	22	11	480		Misurato durante la perforazione
262.50	~31500	22	11	530		Dopo ~ 3 ore di sca- rico libero

Aquater S.p.A.

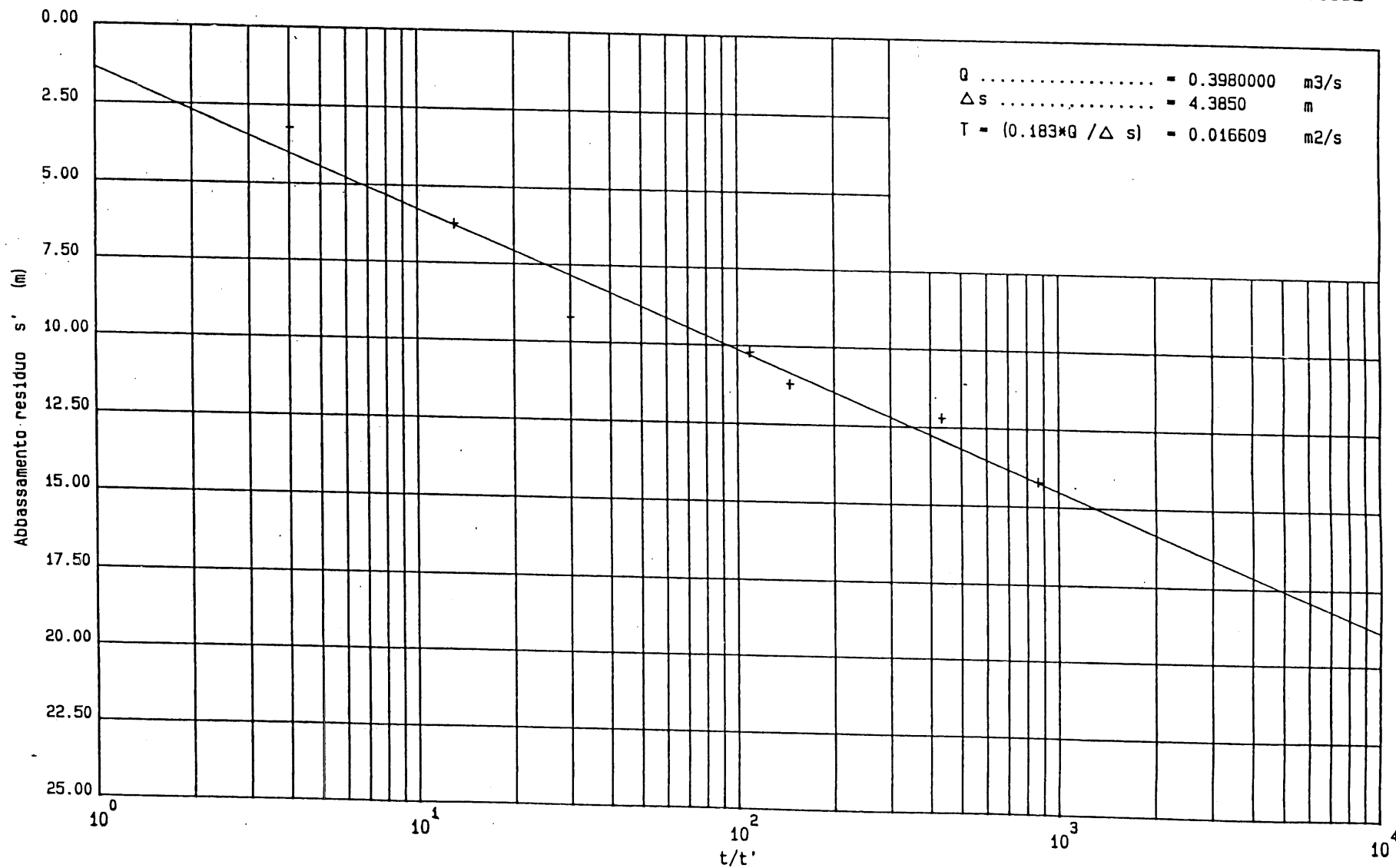
Progetto : BURANO

Localita': BURANO

CURVA DI RISALITA
METODO DI THEIS

Pozzo sottomesso a pompaggio : CAGLI 1
Pozzo d'osservazione : CAGLI 1

Data : 12-16.04.1992

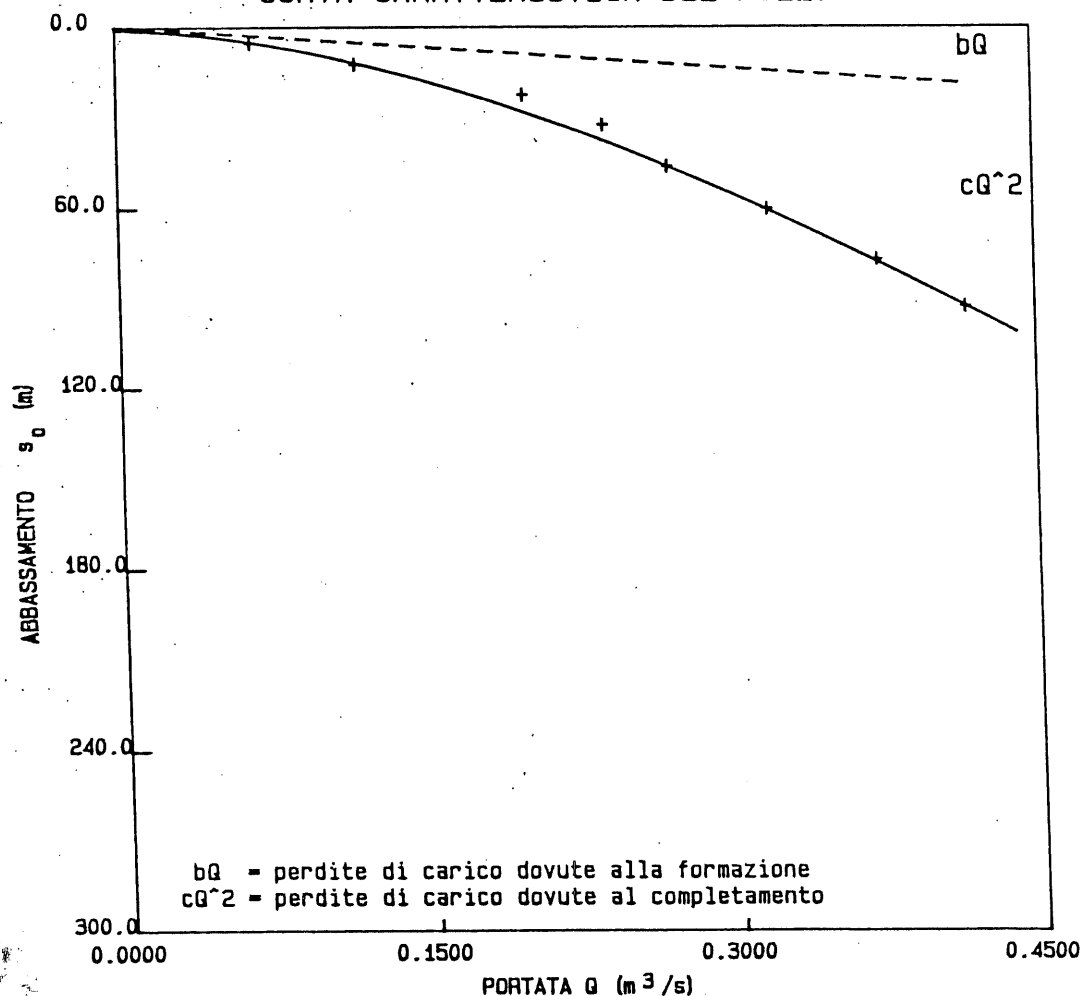


Progetto : BURANO

Pozzo : CAGLI 1

Data : 27.05.1992

CURVA CARATTERISTICA DEL POZZO



Livello statico = 239.7 m da p.r

Portata critica = 0.4500 m³/s

Portata ottimale = 0.4150 m³/s

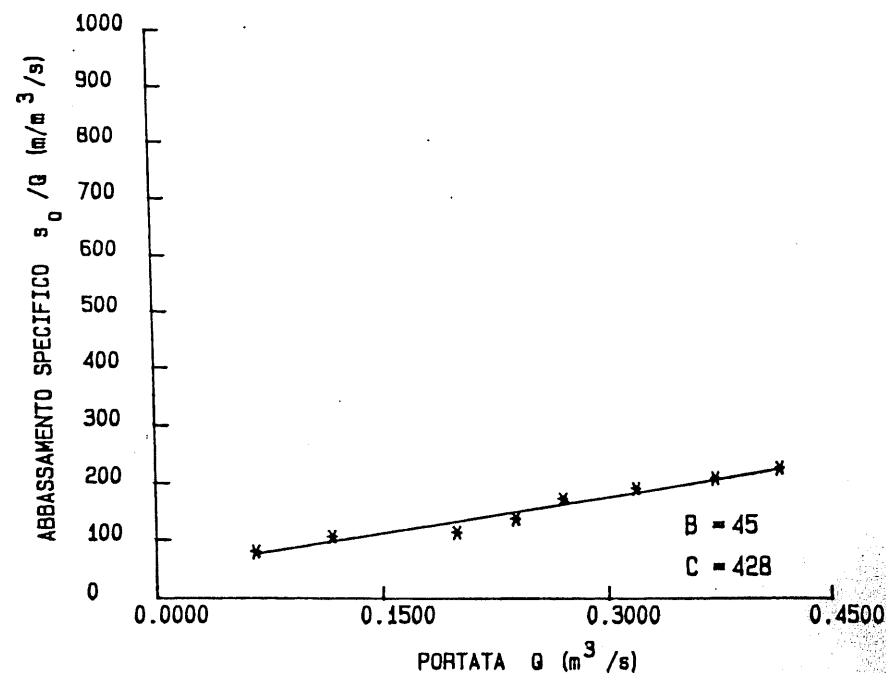
Efficienza del pozzo con portata di 0.4150 m³/s :

$bQ / (bQ + cQ^2) = 20.4 \%$

DATI DELLA PROVA

Gradino N.	s_0 m	Q m³/s	s_0/Q m/m³/s
1	5.20	0.0661	78
2	12.20	0.1170	104
3	22.30	0.1989	112
4	32.20	0.2380	135
5	46.00	0.2694	170
6	60.20	0.3182	189
7	76.80	0.3717	206
8	92.60	0.4150	223

CALCOLO DEI VALORI DI b e c



9. MONITORAGGIO STRUMENTALE

Nel corso dell'esecuzione dello studio, è stata installata una rete di monitoraggio strumentale, automatica e con teletrasmissione dei dati, finalizzata al controllo dei principali parametri idrologici-idrogeologici della zona.

La rete risulta composta quindi da 19 stazioni di misura, così schematizzabili:

- * 5 stazioni termo-pluviometriche per la misura di piogge e temperature e per il campionamento delle acque meteoriche
- * 5 stazioni ad ultrasuoni per la misura dei livelli dei fiumi Bosso, Burano e del Torrente Giordano, in sezioni fluviali opportunamente tarate (Fig. 19)
- * 6 stazioni piezometriche sulle sorgenti principali scelte nell'area, per la misura dei livelli e delle portate emergenti, opportunamente attrezzate con misuratori automatici e taratura delle sezioni (Fig. 20)
- * 3 stazioni microsismiche installate su punti aventi come baricentro il sito di perforazione del pozzo Cagli 1, per rilevare sia in fase di perforazione che durante l'esercizio dello stesso, eventuali interferenze con la struttura geologica dell'area.

Le singole stazioni sono alimentate mediante pannelli fotovoltaici o, quando ciò non è stato possibile per le scarse condizioni di illuminazione solare, mediante rete elettrica; ogni stazione misura in continuo i valori assegnati e trasmette i dati, direttamente ad una centrale di elaborazione dati ubicata nel Comune di Cagli, mediante linea telefonica commutata.

Il funzionamento della rete è totalmente automatico, lo scarico quotidiano dei dati raccolti viene infatti eseguito autonomamente alla mezzanotte mediante accensione programmata via software della unità centrale e chiamata in sequenza di tutte le stazioni.

Oltre alla chiamata giornaliera automatica è possibile in qualsiasi momento, tramite l'elaboratore centrale, chiamare le stazioni remote (singolarmente, a gruppi o globalmente) ed avere in tempo reale la situazione degli afflussi meteorici e dei principali deflussi (chiamata estemporanea).

Le tre stazioni microsismiche, non potendo essere collegate direttamente nella rete automatica, acquisiscono in continuo i dati relativi all'attività sismica e microsismica della zona e questi vengono quindi opportunamente trasferiti su un personal computer portatile appositamente dedicato, in cui l'Aquater ha sviluppato un sofisticato e modernissimo programma di gestione e visualizzazione dei risultati e delle elaborazioni.

Tutti i dati vengono trasferiti dalle periferiche all'unità centrale in forma criptata e sono quindi trasformati in chiaro via software ed

elaborati per visualizzazione video e grafica (esempi di uscite grafiche nelle Figg. 21-24).

Mediante un secondo calcolatore di elevata capacità e potenza, tutti i dati raccolti vengono quindi elaborati ed inseriti nella Banca Dati di Progetto, sviluppata mediante software originale Aquater.

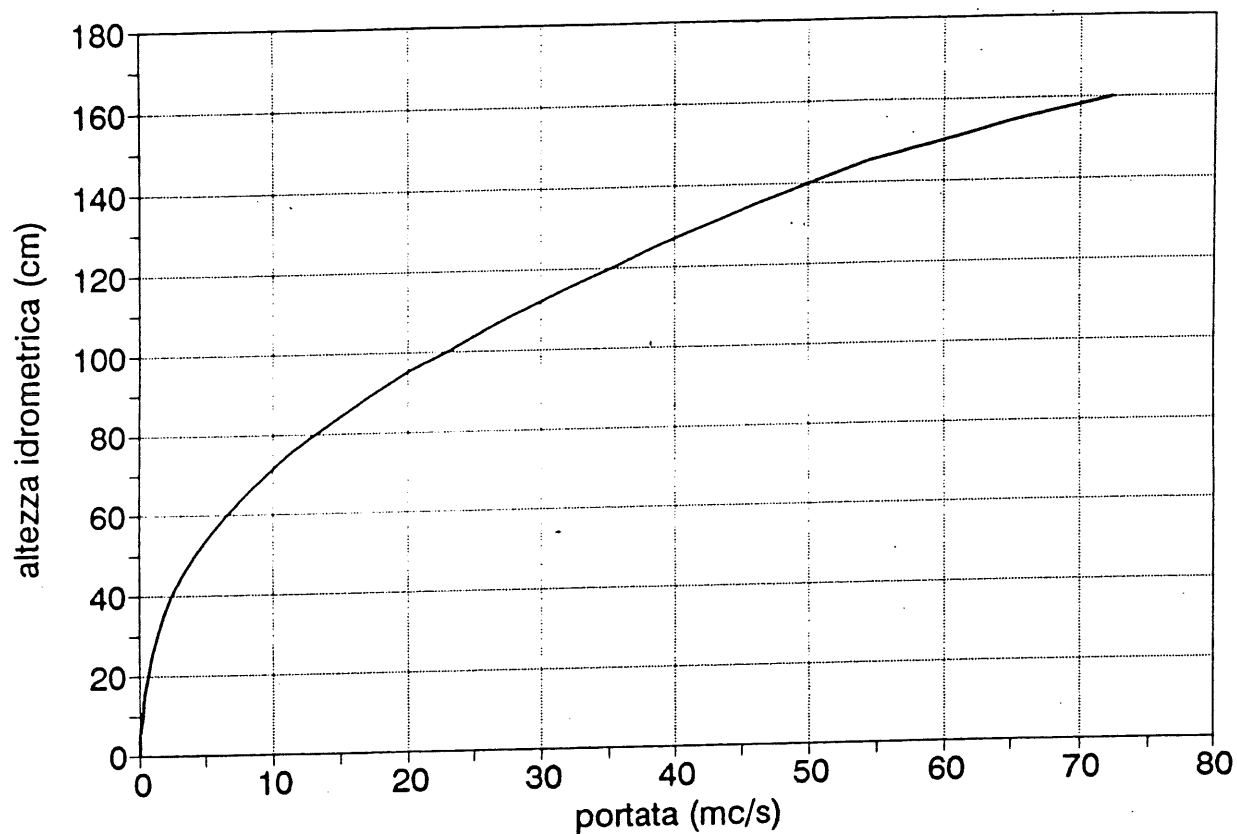
La Banca Dati raccoglie tutte le schede dei punti d'acqua censiti, delle misure periodiche eseguite sui punti della rete di monitoraggio mensile e semestrale, i risultati analitici relativi alle campagne idrochimiche svolte, le schede degli strumenti installati (per ciascuno dei quali è possibile visualizzare direttamente la foto ottenuta mediante scanner da originale).

Il modulo Data Base del Progetto è interattivo con un modulo grafico sul quale sono stati digitalizzati i caratteri distintivi dell'area oggetto di studio (Limiti provinciali, comunali, idrografia, quote, monti, abitati), ed in cui sono riportati tutti i punti di monitoraggio, di censimento, strumenti e sezioni fluviali di misura; mediante un menù a finestre, di utilizzo estremamente semplice, è possibile spostarsi nella zona, zoomare aree particolari, richiamare direttamente la scheda di un punto semplicemente selezionandolo con il puntatore.

La struttura della rete di monitoraggio strumentale installata, la sua configurazione e caratteristiche e le capacità di acquisizione ed elaborazione dei dati via software predisposto permettono il controllo continuo del territorio con particolare riferimento ai caratteri idrologici, idrogeologici e sismici e fornisce costituisce quindi un sofisticato e moderno mezzo di gestione del territorio, valutandone pressochè in tempo reale eventuali squilibri o situazioni critiche (livelli minimi di sorgenti captate ad uso potabile, piene fluviali, attività sismica).

STAZIONE 10 - F. BURANO - CAGLI

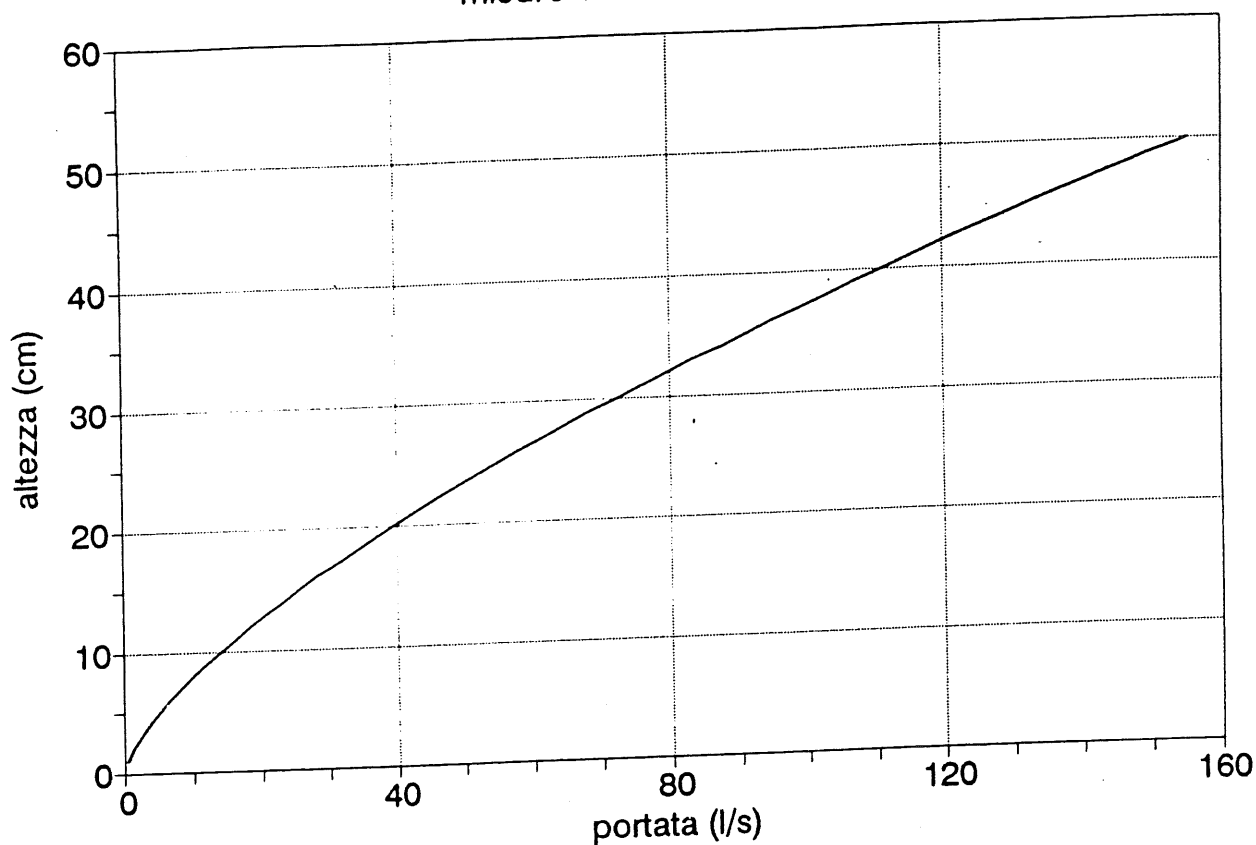
curva di portata fluviale



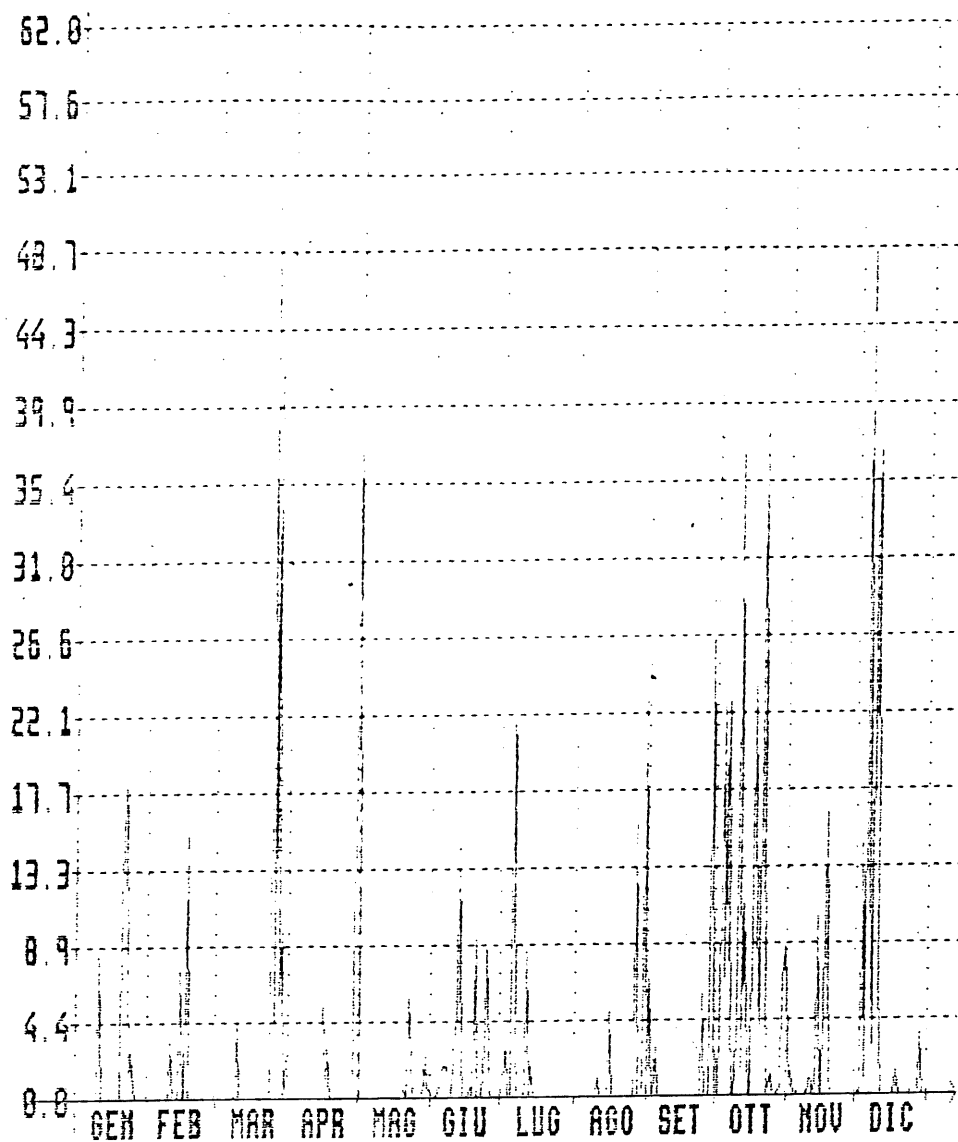
altezza (cm)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
portata (mc/s)	0	0.09	0.22	0.41	0.67	0.99	1.35	1.8	2.43	3.2
altezza (cm)	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
portata (mc/s)	4.2	5.3	6.5	7.9	9.5	11.2	13.2	15.4	17.6	20.1
altezza (cm)	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145
portata (mc/s)	22.9	25.8	28.7	31.8	35.2	38.6	42.2	46	50	54.4
altezza (cm)	150	155	160							
portata (mc/s)	60	65.8	72.4							

SORGENTE PIEIA

misure con stramazzo



altezza (cm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
portata (l/s)	0.5	1.3	2.4	3.6	5.1	6.6	8.3	10.1	12	14
altezza (cm)	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
portata (l/s)	16.2	18.5	20.8	23.2	25.7	28.3	31	33.8	36.6	39.5
altezza (cm)	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
portata (l/s)	42.5	45.6	48.7	51.9	55.2	58.5	61.9	65.3	68.9	72.4
altezza (cm)	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
portata (l/s)	76.1	79.8	83.5	87.4	91.2	95.1	99.1	103.2	107.3	111.1
altezza (cm)	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
portata (l/s)	115.3	119.5	123.8	128.1	132.5	137	141.4	146	150.5	155.2



Periodo dal 01/01/1992 al 31/12/1992

Sensore: 6/0 [PIOGGIA] U.d.M.: mm

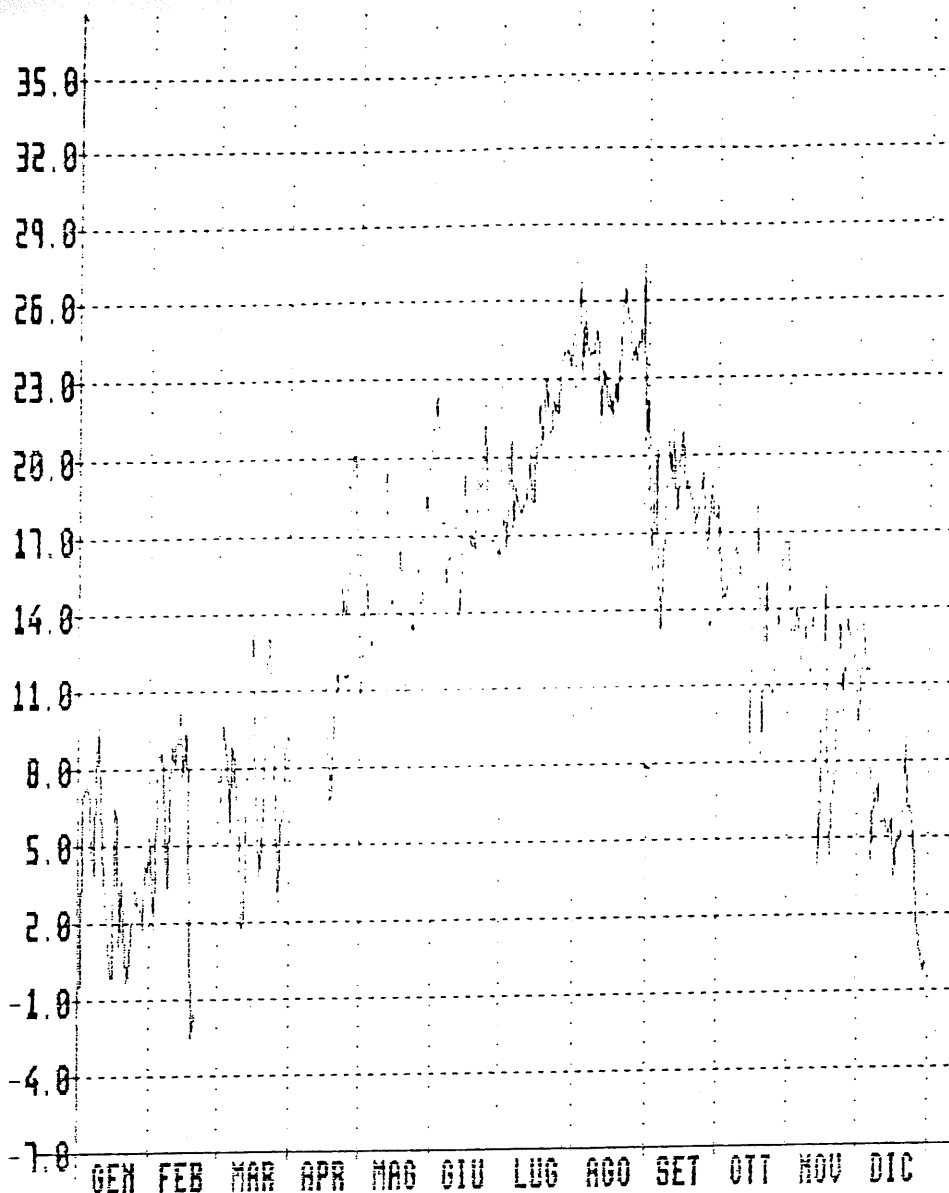
Stazione: 1 [PIOBBICO]

Periodo dal 01/01/1992 al 31/12/1992

Sensore: 6/0 (PIOGGIA)

Stazione: 1 (PIOBBICO)

Minimo	Massimo	Totale	Media
---	---	85.80	



Periodo dal 01/01/1992 al 31/12/1992

Sensore: 11/0 [TEMP. ARIA] U.d.M.: Gradi C

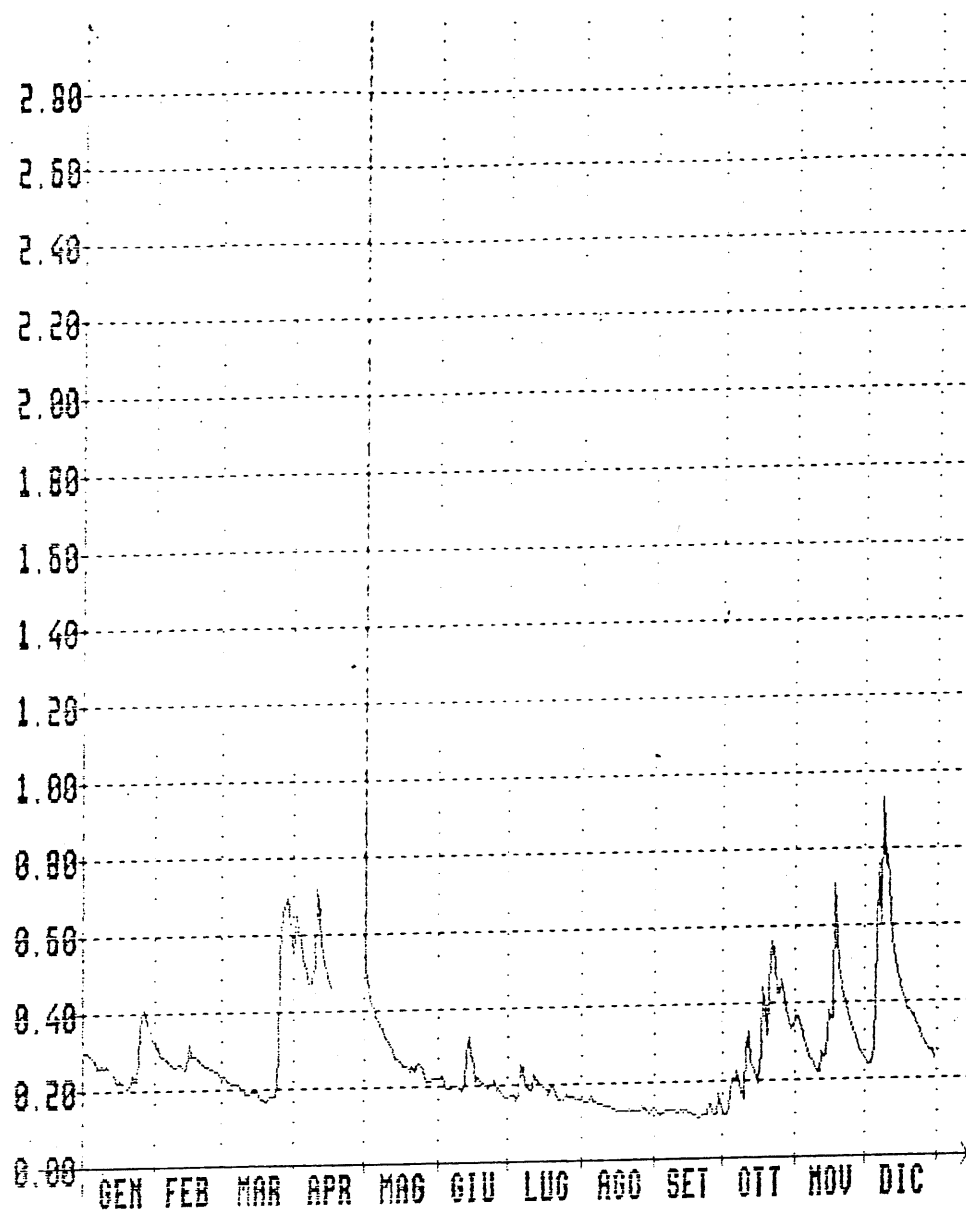
Stazione: 1 [PIOBBICO]

Periodo dal 01/01/1992 al 31/12/1992

Sensore: 11/0 (TEMP. ARIA)

Stazione: 1 (PIOBBICO)

Minimo	Massimo	Totale	Media
-8.30	17.60	---	4.58



Periodo dal 01/01/1992 al 31/12/1992

Sensore: 2/0 [LIVELLO IDRO] U.d.M.: METRI

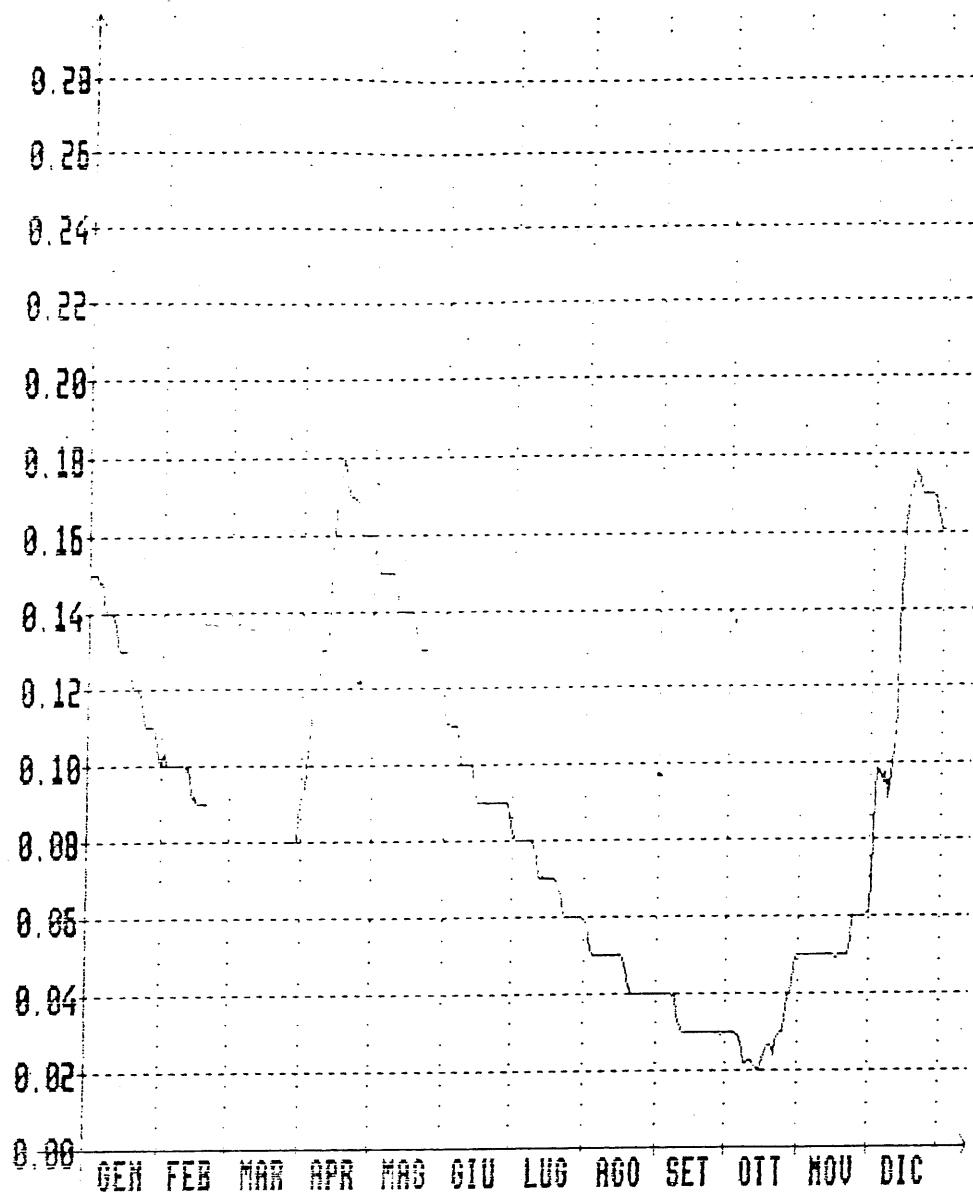
Stazione: 10 [F. BURANO - CAGLI -]

Periodo dal 01/01/1992 al 31/12/1992

Sensore: 2/0 (LIVELLO IDRO)

Stazione: 10 (F. BURANO - CAGLI -)

Minimo	Massimo	Totale	Media
-99.99	22.04	---	0.27



Periodo dal 01/01/1992 al 31/12/1992

Sensore: 2/0 [LIVELLO IDRO] U.d.M.: METRI

Stazione: 14 [SORG. BOTANO - CANTIANO -]

Periodo dal 01/01/1992 al 31/12/1992

Sensore: 2/0 (LIVELLO IDRO)

Stazione: 14 (SORG. BOTANO - CANTIANO -)

Minimo	Massimo	Totale	Media
-0.32	0.18	---	0.09

10. RISULTATI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Al termine della descrizione di tutte le attività svolte durante l'esecuzione dello studio in oggetto e dei dati raccolti ed elaborati, si evidenzia la necessità di raccogliere brevemente le idee, vista la mole del lavoro e dei dati, con alcune sintetiche considerazioni conclusive.

Dalla caratterizzazione idrogeologica dell'area si rileva che sono 3 i complessi idrogeologici principali (Scaglia, Maiolica e Corniola/C.Massiccio), generalmente separati tra loro; dal bilancio idrogeologico eseguito, calcolato sia per tutta l'area di studio (251 kmq) che per l'area dell'effettiva struttura M.Catria-M.Nerone (115 kmq) depurata cioè di quelle porzioni di territorio non direttamente contribuenti al bilancio profondo (zone ad Est della linea di sovrascorrimento longitudinale della dorsale, litologie non carbonatiche, ecc.), si desume una potenzialità residua pari a circa 1.03 mc/s, che corrisponde ad una risorsa fruibile di 0.34 mc/s.

Dalla lettura dell'intera relazione conclusiva (suddivisa in 10 volumi), brevemente riassunta nella presente nota di sintesi, risulta evidente la complessità dello studio e la molteplicità degli argomenti affrontati, che fanno considerare l'intero lavoro come uno dei più avanzati strumenti di comprensione del territorio e delle sue risorse attualmente disponibili in Italia.

L'aver coperto praticamente tutti gli aspetti geologici ed idrogeologici dei Massicci carbonatici dei monti Catria e Nerone consente di avere per l'area in oggetto una fotografia aggiornata, di estremo dettaglio e veramente completa che permette di caratterizzare le risorse idriche come mai era avvenuto nel passato.

Naturalmente uno strumento tecnico come lo studio eseguito acquista ancora maggior valore se viene aggiornato continuamente con i dati provenienti dalla rete di monitoraggio strumentale e con attività di elaborazione e sintesi, poichè permette di verificare nel tempo l'evoluzione quali-quantitativa delle risorse idriche sotterranee e ottimizzarne la gestione, con la possibilità di coniugare al meglio il rispetto per l'ambiente e le esigenze idropotabili.