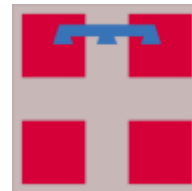




**REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DEL V.C.O.
COMUNE DI OGGEBBIO**



**PROPOSTA DI RIDEFINIZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA
DELLA SORGENTE “CHEGGIO/RIANO” IN LOC. CHEGGIO**

STUDIO IDROGEOLOGICO ED AMBIENTALE

(D.Lgs. n. 152/2006 - D.P.G.R. n. 15/R 11.12.2006)

| | | |
|--|--------------------------------|--|
| | RELAZIONE IDROGEOLOGICA | |
|--|--------------------------------|--|

Data: maggio 2017

COMMITTENTE: Comuni Riuniti V.C.O. Srl
Piazza Enrico Bianchetti, 6
28877 ORNAVASSO (VB)

IL TECNICO
dott. geol. F. D'Elia

STUDIO GEOLOGICO D'ELIA

Via Roma, 3/A - 28802 Mergozzo (VB) tel. e fax 0323/80206 e-mail geodeliaf@gmail.com

SOMMARIO

| | |
|---|----|
| 1. PREMESSA..... | 1 |
| 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE | 4 |
| 2.1. Inquadramento geografico e cartografico | 4 |
| 2.2. Inquadramento geologico..... | 4 |
| 2.3 Inquadramento Morfologico ed Evoluzione Quaternaria | 6 |
| 3. SITUAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA LOCALE 8 | |
| 3.1. Caratteristiche dei bottini di presa..... | 9 |
| 4. MODELLO IDROGEOLOGICO DELLE SORGENTI CHEGGIO/RIANO CONSIDERAZIONI SULL'ASSETTO STRUTTURALE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO | 10 |
| 5. PARAMETRI FISICI DELLA SORGENTE..... | 12 |
| 6. PLUVIOMETRIA DELL'AREA IN ESAME | 14 |
| 7. RIDEFINIZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLA SORGENTE "CHEGGIO/RIANO" | 17 |
| 7.1 Metodologia utilizzata..... | 17 |
| 7.2 Zona di Tutela Assoluta (ZTA) comma 3, art. 94 D. Lgs. 152/2006 | 19 |
| 7.3 Zona di Rispetto (ZR) comma 4, art. 94 D. Lgs. 152/2006 | 19 |
| 7.4 Zona di protezione (ZP) comma 5, art. 94 D. Lgs. 152/2006 | 20 |
| 8. MONOGRAFIA DEL PUNTO DI CAPTAZIONE | 21 |
| 8.1 Gruppo Sorgenti "CHEGGIO/RIANO"..... | 21 |
| 8.2 Dimensioni della Zona di Tutela Assoluta e Zona di Rispetto delle sorgenti | 22 |
| 9. UBICAZIONE DEI CENTRI DI PERICOLO | 24 |
| 10. NOTE CONCLUSIVE | 27 |

Allegati

- localizzazione sorgente, in scala 1:10.000
- grafici relativi all'idrogramma sorgivo della sorgente *Cheggio/Riano*
- documentazione fotografica

Elaborati grafici

- Carta geologica , geomorfologica ed idrogeologica in scala 1: 5.000, con sezione geologica interpretativa (Tav. 1);
- Carta dei centri di potenziale pericolo, in scala 1: 5.000 (Tav. 2);
- Planimetria catastale aree di salvaguardia, in scala 1: 2.000 (Tav. 3).

1. PREMESSA

Il Comune di Oggebbio, facente parte della COMUNI RIUNITI V.C.O. S.r.l, avendo la necessità di ridefinire l'estensione delle *aree di salvaguardia* della sorgente *Cheggio/Riano*, ubicata a Nord dell'Alpe Cheggio, a monte dell'abitato di Barbè Superiore, collegata alla rete idrica comunale, interpellava il Gestore del Servizio Idrico Integrato, Comuni Riuniti VCO srl, affinché conferisse incarico allo Studio Geologico D'Elia di Mergozzo, di effettuare tutte le indagini geologiche ed idrogeologiche necessarie a tale scopo, secondo i criteri stabiliti dalle norme attualmente vigenti.

L'attuale fascia di rispetto della sorgente, denominata "Cheggio/Riano" e costituita da tre piccoli bottini di presa, posti a breve distanza l'uno dall'altro, è rappresentata da un'area circolare con raggio di 200 m, centrata sulla sorgente stessa; tale area di salvaguardia era stata identificata secondo i dettami dell'allora vigente D.P.R. 236/88 ed inserite nel vigente P.R.G. di Oggebbio.

La ridefinizione delle fasce di rispetto della sorgente in esame (Zona di Tutela Assoluta, Zona di Rispetto, Zona di Protezione) è stata svolta secondo i dettami della normativa vigente in materia di qualità delle acque potabili, costituita dal D.Lgs. n. 152/2006 "*Testo unico (Norme in materia ambientale)*", che ha aggiornato quanto riportato nel D.Lgs. 11-05-1999, n. 152 "*Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*", dalla L.R. n. 22 del 30-04-1996 "*Ricerca, uso e tutela delle acque sotterranee*", dal D.P.G.R. del 11-12-2006 n. 15/R con il quale viene adottato ed approvato il "*Regolamento Regionale recante: Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)*".

Più nello specifico, il Decreto Legislativo 152/2006, all'art. 94, ha ripreso quanto riportato all'art. 21 del D. Lgs. 11-05-1999, n. 152, con il quale erano state introdotte alcune sostanziali modifiche al D.P.R. 24-05-88, n. 236, aggiornandolo come qui di seguito riportato:

"Articolo 94 (disciplina delle aree di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano)"

Comma 1: Su proposta delle Autorità d'Ambito, le Regioni, per mantenere e migliorare le caratteristiche qualitative delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano erogate a terzi mediante impianto di acquedotto che riveste carattere di pubblico interesse, nonché per la tutela dello stato delle risorse, individuano le aree di salvaguardia distinte in zone di tutela assoluta e zone di rispetto, nonché, all'interno dei bacini imbriferi e delle aree di ricarica della falda, le zone di protezione.

Comma 3: la Zona di Tutela Assoluta è costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni; essa, in caso di acque sotterranee e, ove possibile, per le acque superficiali, deve avere una estensione di almeno dieci metri di raggio dal punto di captazione, deve essere adeguatamente protetta e adibita esclusivamente ad opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

Comma 4: la Zona di Rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta da sottoporre a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata e può essere suddivisa in zona di rispetto ristretta e zona di rispetto allargata, in relazione alla tipologia dell'opera di presa o captazione e alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della

risorsa [...].

Comma 6: in assenza dell'individuazione da parte della Regione della zona di rispetto ai sensi del comma 1, la medesima ha un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione o di derivazione.

Comma 7: le zone di protezione devono essere delimitate secondo le indicazioni delle Regioni per assicurare la protezione del patrimonio idrico. In esse si possono adottare misure relative alla destinazione del territorio interessato, limitazioni e prescrizioni per gli insediamenti civili, produttivi, turistici, agro-forestali e zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali, provinciali, regionali, sia generali sia di settore.

Comma 8: le Regioni, al fine della protezione delle acque sotterranee, anche di quelle non ancora utilizzate per l'uso umano, individuano e disciplinano, all'interno delle zone di protezione, le seguenti aree:

- a) aree di ricarica della falda;
- b) emergenze naturali ed artificiali della falda;
- c) zone di riserva.

Per quanto concerne la Zona di Rispetto, il comma 1 dell'art. 5 del “Regolamento Regionale recante: *“Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)”* cita anche che “la Zona di Rispetto...è di norma distinta in Zona di Rispetto Ristretta e Zona di Rispetto Allargata”, dimensionate sulla scorta delle risultanze degli studi e dei criteri di cui all'Allegato A del citato regolamento, in relazione alla vulnerabilità della risorsa captata.

Si è provveduto, pertanto, ad eseguire un'accurata indagine in sito, evidenziando i principali lineamenti idrogeologici che fanno capo alla sorgente in questione ed alla relativa zona di alimentazione.

A tale scopo, sono stati eseguiti numerosi sopralluoghi, che hanno interessato, tanto il settore in cui è ubicata la sorgente di interesse, costituita, come già detto, da tre piccoli bottini di presa, posti a breve distanza l'uno dall'altro, quanto le aree limitrofe, poste in un intorno significativo, durante i quali sono stati rilevati i lineamenti geologici e geomorfologici salienti dell'area investigata; in corrispondenza degli affioramenti rocciosi osservati, sono stati effettuati rilievi di carattere strutturale, in modo da definire le caratteristiche giaciture ed i caratteri dei diversi sistemi di discontinuità del substrato roccioso, con particolare riferimento alla definizione dell'assetto idrogeologico locale ed ai meccanismi di alimentazione delle acque sorgive.

Successivamente, si è proceduto all'individuazione di eventuali centri di pericolo in rapporto all'uso idropotabile delle acque captate, estendendo le osservazioni ad un'area circolare di raggio 1 km, con centro nel punto di captazione, e, per un lungo periodo, sono state condotte misure relative alla portata ed ai parametri fisici delle acque sorgive (temperatura e conducibilità a 20° C).

Attraverso le risultanze delle osservazioni e delle misurazioni svolte in campagna, e sulla base dell'elaborazione dei dati raccolti e rilevati, sono state infine individuate le aree di salvaguardia delle captazioni oggetto di studio.

A tal fine, come indicato anche dal citato “Regolamento Regionale recante: *Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)”* contenuto nel D.P.G.R.

del 11-12-2006 n. 15/R, è stato seguito il metodo proposto da M.Civita¹, che costituisce un tipo di approccio attuabile qualora siano noti una serie di aspetti di tipo qualitativo e quantitativo, relativi alla sorgente di interesse, quali l'assetto idrogeologico locale, la direzione media di flusso della circolazione idrica, i possibili rapporti di interferenza tra acque superficiali e sotterranee, nonché l'idrogramma sorgivo ricostruito attraverso l'esecuzione di una serie di misure di portata della sorgente in esame.

Le presenti note, che costituiscono la sintesi esplicativa di quanto emerso dai sopralluoghi e rilievi esperiti in sito, nonché dalle misure di portata protrattisi per circa 1 anno, con frequenza bisettimanale, e dalle successive elaborazioni e determinazioni, sono state così articolate:

- inquadramento geologico regionale;
- situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica locale ed analisi sistema di fratture nel substrato;
- caratteristiche della sorgente in esame e misura dei parametri fisici;
- cenni sulla pluviometria dell'area in esame;
- definizione delle aree di tutela assoluta e di rispetto della sorgente *Cheggio/Riano*;
- definizione dell'area di protezione;
- monografia del punto di captazione e individuazione dei centri di pericolo;
- note conclusive.

Il presente studio si compone, inoltre dei seguenti elaborati grafici:

- grafici relativi all'idrogramma sorgivo della sorgente *Cheggio/Riano*;
- documentazione fotografica;
- localizzazione sorgente, in scala 1:10.000
- carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica in scala 1: 5.000, con sezione geologica interpretativa (Tav. 1);
- carta dei centri di potenziale pericolo, in scala 1: 5.000 (Tav. 2);
- planimetria catastale aree di salvaguardia, in scala 1: 2.000 (Tav. 3).

¹"Una metodologia per la definizione e il dimensionamento delle aree di salvaguardia delle opere di presa e delle sorgenti normali" – Estratto dal Bollettino dell'Associazione Mineraria Subalpina Anno XXV, n. 4, dicembre 1988.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO REGIONALE

2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

La sorgente oggetto della presente indagine è costituita da tre diversi bottini localizzati nel settore settentrionale del territorio del Comune di Oggebbio, ad Ovest dell'abitato di Barbè Superiore, tra l'Alpe Cheggio (a valle) e l'Alpe Piegio (a monte).

Il bottino in cui si operano le misure di portata è quello, dei tre, situato ad una quota inferiore ed è il più ad Est; in questo bottino confluiscono anche le portate captate dagli altri due punti di presa, situati circa 120 m a monte e distanti tra loro circa 80 m.

Le coordinate *UTM – WGS84* e le quote delle captazioni in esame risultano le seguenti:

| | | | | |
|--------------------|-----|----------|-----------|--------------|
| bottino collettore | 32T | E 473037 | N 5095372 | 525 m s.l.m. |
| bottino sup. Nord | 32T | E 472927 | N 5095402 | 620 m s.l.m. |
| bottino sup. Sud | 32T | E 472926 | N 5095323 | 625 m s.l.m. |

Dal punto di vista cartografico, tali opere sono ubicate nella Carta Tecnica Regionale alla Sezione n. 52160 ("Trarego Viggiona"), così come rappresentato nell'elaborato *Localizzazione sorgente*, in scala 1:10.000, proposto in allegato.

Le opere di captazione risultano censite nella Mappa Catastale di Oggebbio al Fg. 5:

| | |
|--------------------|----------|
| bottino collettore | mapp. 74 |
| bottino sup. Nord | mapp. 70 |
| bottino sup. Sud | mapp. 92 |

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Nella cartografia geologica ufficiale, l'area in esame è illustrata al foglio n°16 "Cannobio" nella Carta Geologica d'Italia, in scala 1: 100.000.

La regione alpina, nel cui ambito ricade l'areale in esame, è stata caratterizzata da condizioni di elevata mobilità durante buona parte della sua storia geologica con alternanza di eventi geodinamici contrastanti.

In estrema sintesi, l'evoluzione pre-alpina è segnata dapprima da una lunga orogenesi paleozoica (450-300 Ma), riferita secondo le varie tesi ai cicli cadomiano, panafricano, caledoniano e varisico (ercinico), quindi da un periodo di distensione litosferica (290-150 Ma) che culmina nel rifting continentale e nell'espansione dei bacini oceanici della Tetide. Le condizioni convergenti riprendono nel Cretaceo con l'orogenesi alpina, comunemente suddivisa in tre stadi principali (eoalpino, mesoalpino e neoalpino).

Le Alpi hanno una struttura crostale a doppia vergenza, cioè sono formate da due catene a falde che si sono propagate in senso opposto; vengono distinte in una catena a vergenza europea, o catena alpina in senso stretto, costituita da una sequenza di sistemi tettonici traslati, a partire dal Cretaceo, verso l'avampaese europeo (in media verso NW), ed un sistema tettonico meridionale che dal Neogene assume una prevalente vergenza africana (verso Sud), noto con il termine di Alpi Meridionali o Sudalpino.

La catena alpina a vergenza europea è suddivisa in alcuni elementi strutturali maggiori (sistemi tettonici) formati da gruppi di falde caratterizzate da una analoga storia cinematica o che rappresentano, in

accordo con le concezioni tradizionali, i resti di bacini mesozoici distinti, ubicati in specifici domini paleogeografici della Tetide. Con riferimento alla struttura attuale della pila delle falde si osservano, in successione dall'alto verso il basso e procedendo dalle zone interne della catena verso l'avampaese meso-europeo:

- i sistemi Austroalpini delle Alpi occidentali ed orientali;
- i sistemi tettonici della Zona Pennidica (superiori/interni, intermedi ed inferiori/esterni), dominanti nelle Alpi centro-occidentali, cui si associano, a vari livelli strutturali, alcune unità ofiolitiche mesozoiche di origine oceanica;
- il sistema Elvetico-Delfinese, molto esteso nel settore esterno delle Alpi occidentali e centrali, ridotto ad una fascia sottile e discontinua in quelle orientali;
- il bacino della molassa (avanfossa), prisma di sedimenti oligocenico-neogenici, in parte scagliato e traslato sotto il settore frontale del sistema Elvetico;
- le sottili falde di scollamento del Giura franco-svizzero.

Per quanto riguarda le Alpi Meridionali, il fondamentale contributo dei dati geofisici sul sottosuolo della pianura padana ne ha dimostrata la generale alloctonia e la natura di catena neogenica a falde di basamento e copertura sud-vergenti.

Il contatto tra le Alpi Meridionali e la catena a vergenza europea è tettonico: i due sistemi sono delimitati dal lineamento Periadriatico, sistema neogenico di fratture subverticali (a dominante carattere trascorrente) che si estende dalla linea del Canavese a quella del Tonale (Insubrica), della Pusteria, della Gailtal e delle Karawanken; in un breve tratto del settore nordoccidentale il lineamento si suddivide in due rami che delimitano la ristretta zona tettonica del Canavese, interposta tra Austroalpino e Sudalpino.

Le unità Sudalpine si estendono sino al sottosuolo della pianura padana; il loro sovrascorrimento frontale sull'avampaese neogenico padano-adriatico, privo a tratti di un'avanfossa significativa, si avvicina sensibilmente al fronte compressivo sepolto degli Appennini ed alla loro profonda avanfossa plio-quadernaria.

Nel tratto orientale, le deformazioni neogeniche delle Alpi Meridionali interferiscono con il sistema paleogenico delle Dinaridi, vergente a SW.

Le Alpi Meridionali sono costituite dalla Serie dei Laghi (suddivisa a sua volta negli Scisti dei Laghi e nella Zona Strona Ceneri) e dalla Zona Ivrea-Verbanò; il contatto tra le due unità principali è di tipo tettonico (linee di Cossato-Mergozzo-Brissago e del Pogallo).

Il territorio comunale di Oggebbio ricade interamente nella Serie dei Laghi (Scisti dei Laghi), caratterizzata da micascisti e paragneiss a due miche e granato, con staurolite e cianite, di natura pelitica; tali litotipi costituiscono il basamento a metamorfismo varisco, entro cui sono inclusi corpi plutonici trasformati in ortogneiss (M. Morissolo, Pieggio, Quarcino) e gneiss granitoidi (M. Piancompra).

Il passaggio tra gli Scisti dei Laghi e la Zona Strona-Ceneri (gneiss minuti e paragneiss con intrusioni di ortogneiss) è segnato dalla presenza di una fascia di metabasiti (anfiboliti a orneblenda e plagioclasio e gneiss anfibolitici) localmente dislocata e raddoppiata da lineamenti tettonici.

Superata la linea del Pogallo (che disloca in trascorrenza la linea Cossato-Mergozzo-Brissago), si entra nella crosta inferiore della Zona Ivrea-Verbano, la più classica ed estesa sezione di crosta continentale profonda delle Alpi, che comprende due principali unità litologiche di età diversa: il complesso kinzigitico, formato dall'associazione di metapeliti (tra cui prevalenti paragneiss a biotite, granato e sillimanite, detti kinzigiti, vari tipi di metabasiti ad affinità tholeiitica, marmi puri ed a silicati, ed il corpo basico permiano.

Le principali discontinuità tettoniche si sviluppano lungo due direzioni principali: ESE, come la maggior parte delle aste torrentizie del versante orientale ed ENE, come la direzione della scistosità regionale e di alcuni allineamenti morfologici (contropendenza della Colma della Nevia, Rio Erbia.

Al confine settentrionale del territorio comunale, lungo il Rio Valle di Bugnago (confine con Cannero) si trova il ramo occidentale della faglia inversa (sovrascorrimento) che interessa il M. Morissolo.

Si segnala che estese porzioni del substrato roccioso sono caratterizzate da una profonda alterazione (arenizzazione) pre-glaciale (tardo Miocene-Pliocene), in settori nei quali non si è verificata l'erosione glaciale.

In genere si tratta di versanti esposti a Sud, tra 700 e 1300 m s.l.m., solitamente in affioramenti gneissici (Premeno, M.te Morissolo, Piancompra).

2.3 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO ED EVOLUZIONE QUATERNARIA

Il territorio in esame appare dominato dagli effetti dell'azione morfogenetica del grande apparato glaciale che, a più riprese nel Pleistocene, ha modellato la valle del Ticino, sovraescavando sistemi lacustri ed accumulando grandi sistemi morenici, cerchie allo sbocco nella Pianura Padana, morene laterali e di fondo sulle pendici montuose e nei fondovalle.

L'impronta glaciale determina le peculiarità delle forme vallive: lungo i fianchi montuosi le pareti sono interrotte a mezza costa da rotture di pendio se non, addirittura, da veri e propri terrazzi (spalle glaciali), prodotto dell'esarazione glaciale prima e del successivo accumulo di depositi morenici.

L'intervento antropico è diffuso in queste fasce di versante a minore acclività (spesso terrazzate per essere assoggettate ad un migliore e più razionale sfruttamento agricolo), sedi di piccoli nuclei abitati o di alpeggi per l'allevamento del bestiame.

All'azione morfogenetica glaciale ha fatto seguito quella legata alla dinamica torrentizia dei corsi d'acqua, caratterizzati, lungo le valli laterali, da intensa attività erosiva con approfondimento più o meno marcato delle incisioni (il classico profilo a "V") e parziale oblitterazione dei tratti morfologici di impronta glaciale.

In corrispondenza dello sbocco di molti corsi d'acqua nel bacino lacustre, si sono formate conoidi di deiezione (la maggior parte delle quali è situata parzialmente od interamente, al di sotto del livello lacustre).

Le conoidi di deiezione si formano per accumulo del materiale solido, eroso e trasportato dai torrenti nei tronchi montani; i materiali convogliati dalla corrente si depositano rapidamente allo sbocco delle valli, dove spesso si ha una forte diminuzione della pendenza dell'alveo e, conseguentemente, della capacità di trasporto del corso d'acqua.

Nel territorio comunale sono stati individuati i seguenti apparati conoidali (emersi): Rio Sengia/Rancone, Rio Ballone, Rio Val Maggia e Rio Valdora (al confine con il territorio comunale di Ghiffa).

Nell'ambito di queste strutture deposizionali si nota una classazione granulometrica in senso longitudinale: passando dai settori apicali a quelli distali, i depositi sono caratterizzati da una progressiva diminuzione nelle dimensioni dei ciottoli e nella granulometria della matrice.

Vanno infine ricordati i processi legati alla dinamica gravitativa dei versanti rocciosi, con crolli di porzioni lapidee e formazione di accumuli detritici grossolani; erosione e disgregazione dei versanti in roccia sono favorite, oltre che dalla presenza di famiglie di superfici strutturali che disarticolano gli ammassi, anche dai processi crioclastici.

Un antico accumulo di frana da crollo in roccia è presente sulle pendici della Cresta della Ceresa, nei pressi di Manegra.

3. SITUAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA ED IDROGEOLOGICA LOCALE

La sorgente in esame, costituita da tre piccoli bottini di presa, è situata a breve distanza, circa 150 m, dal confine settentrionale del territorio Comunale, rappresentato dall'alveo del Rio Valle di Bugnago, la cui incisione coincide, in parte, con il ramo occidentale della faglia inversa (sovrascorrimento) che interessa il M. Morissolo e, nella parte medio-inferiore, con una faglia diretta.

Le tre opere di presa si collocano tra 525 e 625 m s.l.m., nell'ambito di un tributario minore di destra del Rio Valle di Bugnago, poche decine di metri ad Est del Rio Cugnolo.

Litologicamente, nell'area in esame, il substrato roccioso è costituito da ortogneiss appartenenti alla *Serie dei Laghi*; nella parte alta dell'area di ricarica della sorgente il substrato roccioso è localmente ricoperto da placche di depositi incoerenti di varia natura e di spessore variabile, riconducibili essenzialmente, nell'area in esame, ai seguenti tipi:

- 1* depositi glaciali e/o fluvioglaciali, legati alle fasi di ritiro del ghiacciaio del Ticino e presenti lungo le pendici dei rilievi, in placche più o meno estese (nella zona in esame rappresentate dal terrazzo di Piancavallo e dagli alpeggi Nevia e Pieggi), di spessore estremamente variabile (da pochi decimetri fino a qualche metro);
- 2* depositi detritici ed eluvio-colluviali, di spessore variabile, derivati dall'azione di alterazione chimico-fisica e dal disfacimento del substrato roccioso e costituiti da minuti frammenti lapidei immersi in matrice fine.

Lungo il rilievo che raccorda il M. Piancompra con la Colma della Nevia, i materiali di copertura quaternaria sfumano nel contatto con lo spesso strato di alterazione degli gneiss granitoidi (roccia arenitizzata).

La dorsale A. Nevia – Artivio, separa morfologicamente il versante immergente verso Nord-Est, appartenente al bacino imbrifero del Rio Valle di Bugnago, dal versante principale, che degrada verso il Lago Maggiore e che immerge verso Sud-Est.

Ai rilievi, generalmente smussati ed arrotondati, si alternano settori a debole pendenza, come la porzione superiore del M. Piancompra e la contropendenza della Colma della Nevia, quest'ultima di chiara origine tettonica.

La sorgente Cheggio/Riano insiste sulla porzione di versante immergente indicativamente verso Nord-Est, appartenente al bacino imbrifero del Rio Valle di Bugnago.

Per quanto attiene all'idrologia superficiale, la principale asta torrentizia dell'area è costituita dal Rio Valle di Bugnago che, con andamento prevalente WNW-ESE, si immette direttamente nel Lago Maggiore in località Barbé Inf.; i tributari di destra del suddetto corso d'acqua (quelli di sinistra sono in territorio Comunale di Cannero Riviera) sono prevalentemente immergenti, dapprima verso Est e poi verso NE.

Tutti i corsi d'acqua e gli impluvi presenti a Sud della Colma della Nevia hanno carattere torrentizio periodico; sono quindi normalmente asciutti e si attivano unicamente in occasione di eventi meteorici intensi e prolungati.

Durante i rilievi sono state notate, nelle vicinanze delle sorgenti captate, diverse altre venute d'acqua,

non captate, da cui scaturiscono portate significative d'acqua sorgiva.

L'assetto morfologico della zona è stato decisamente influenzato dalla tettonica (sovrascorrimento del Morissolo, contropendenza della Colma della Nevia) e ciò ha influenzato anche il “*pattern*” idrografico, che mostra una discreta densità di linee d'impluvio, con tracciati irregolari e lunghezze molto variabili.

Gli alvei sono abbastanza incisi nei depositi incoerenti di copertura, e nel substrato roccioso, ove localmente formano marcate incisioni o forre.

I corsi d'acqua, a carattere torrentizio, imprimono la maggiore spinta al modellamento dei luoghi, con azioni prevalentemente erosive e di trasporto lungo i versanti, che si attivano in particolare in occasione degli eventi meteorici eccezionali.

Le acque superficiali, che non vengono intercettate direttamente dagli impluvi, tendono in parte a scorrere in superficie, andando ad imbibire e saturare i depositi di copertura, in parte infiltrandosi nelle coltri di depositi glaciali e/o detritico-morenici, costituendo una falda freatica che, defluendo lungo la linea di massima pendenza, viene a giorno laddove la superficie piezometrica (in particolare nelle zone di contatto copertura-substrato) interseca la superficie topografica, dando origine a sorgenti superficiali, oppure infiltrandosi anche in quella parte del substrato roccioso più fratturato, venendo a giorno in corrispondenza di "salti morfologici" legati a disturbi tettonici, dando origine a sorgenti di frattura.

Per quanto riguarda gli aspetti più specificatamente idrogeologici, la filtrazione in sottterraneo dell'acqua sorgiva avviene quasi interamente attraverso i sistemi di fratturazione del substrato roccioso (permeabilità secondaria).

Si tratta quindi di sorgenti di fessura, drenanti il substrato roccioso fratturato e caratterizzate da una permeabilità di tipo non matriciale, per cui le indagini in sito si sono concentrate sulle caratteristiche geostutturali degli ammassi rocciosi, in particolare lungo il versante immediatamente sovrastante la sorgente inferiore e nelle aree latitanti quelle superiori.

3.1. CARATTERISTICHE DEI BOTTINI DI PRESA

I bottini di presa sono costituiti da manufatti in c.a. addossati alla parete rocciosa, atti ad intercettare e raccogliere le venute d'acqua; in ciascun manufatto la piccola vasca di raccolta funge, sia da vasca di sedimentazione, che da vasca di presa.

Dai due bottini superiori, l'acqua sorgiva giunge, tramite un'unica tubazione, al bottino inferiore, in fondo alla quale si nota un'ulteriore venuta d'acqua.

La funzione di *troppo-pieno* è svolta direttamente dall'apertura di ciascun bottino, chiusa da porta metallica con lucchetto; in caso di eccedenza, l'acqua filtra alla base della soglia di accesso.

4. MODELLO IDROGEOLOGICO DELLE SORGENTI CHEGGIO/RIANO

CONSIDERAZIONI SULL'ASSETTO STRUTTURALE DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

Nell'ambito del presente capitolo vengono individuate e commentate le caratteristiche geometriche ed i parametri che caratterizzano i diversi sistemi di discontinuità che interessano il substrato lapideo, in quanto i caratteri di geologia strutturale che connotano l'ammasso roccioso nell'areale in esame, sono necessari allo sviluppo del modello idrogeologico di alimentazione della sorgente.

Nel caso della presenza di sets di fratturazione in comunicazione fra loro, si può ipotizzare la possibilità di una circolazione d'acqua per fessurazione, con l'esistenza di acquiferi in roccia anche perenni (come nel caso delle sorgenti captate).

In genere, nell'acquifero la circolazione sotterranea avviene lungo un reticolo di fratture e litoclasti intercomunicanti, alcuni dei quali si configurano come "barriere", determinando l'interruzione del flusso idrico sotterraneo e permettendo, in tal modo, la venuta a giorno delle acque sotterranee.

La stazione di rilevamento strutturale è ubicata sull'affioramento situato immediatamente a lato della sorgente principale, ubicata a NW dell'Alpe Cheggio, a monte dell'abitato di Barbè Superiore (480 m s.l.m.; coordinate UTM: Fuso 32T N 5095361, E 0473032).

L'ammasso roccioso, è dato da gneiss a quarzo, con feldspati e biotite, scistosi, caratterizzati da alterazione superficiale; le principali famiglie di discontinuità dell'ammasso roccioso rilevate anche negli affioramenti rocciosi posti in prossimità dei bottini di presa superiori, hanno le seguenti caratteristiche:

| | |
|-----|--------|
| Sc: | 315/80 |
| K1: | 55/70 |
| K2: | 210/50 |

Sulla base delle osservazioni effettuate in sito, delle caratteristiche dell'ammasso roccioso e della morfologia locale, si possono trarre le seguenti considerazioni:

- il settore di versante dove sono localizzate le tre sorgenti "Cheggio/Riano" immerge verso NNE;
- il substrato è caratterizzato da 3 sets di discontinuità persistenti e frequenti, oltre che da una serie di linee di fratturazione irregolari o di carattere locale, talvolta vicarianti delle fratture principali;
- l'importanza del controllo strutturale nella zona in esame, è testimoniata anche dallo sviluppo del reticolo idrografico superficiale, con incisioni rettilinee e bruschi cambi di direzione, questi ultimi ben apprezzabili lungo l'asta del Rio Valle di Bugnago, determinati dall'alternanza soprattutto di SC e K1-K2;
- l'ammasso appare caratterizzato da una fratturazione elevata a livello generale (lungo tutto il versante montuoso, risalendo da Barbé, sono frequenti i settori con roccia cataclasata o fittamente fratturata), ed anche dove l'ammasso è più competente, questo si presenta comunque disarticolato; in particolare, per quanto riguarda l'ammasso roccioso in corrispondenza delle sorgenti, i sistemi di fratturazione presentano le seguenti caratteristiche:

- ✓ tutte le famiglie di discontinuità principali, presentano persistenza attorno al 90% o superiore ed una lunghezza plurimetrica, soprattutto per quanto riguarda la scistosità, dando origine ad una

rete di fratture intercomunicanti fra loro;

- ✓ la scistosità Sc presenta le patine di alterazione maggiormente diffuse, è caratterizzata da spaziatura nell'ordine di 20-60 cm e da un'apertura spesso >5.0 mm; Sc rappresenta il collettore drenante principale;
- ✓ le discontinuità K1 presentano spaziatura nell'ordine di 20-60 cm ed apertura variabile; fungono principalmente da “barriera” rispetto a Sc ma, occasionalmente, l'intersezione di Sc e K1, può originare un secondo collettore drenante delle acque sotterranee, con direttrice di deflusso orientata all'incirca secondo la massima pendenza ed angolata a $20^{\circ}\div 25^{\circ}$ rispetto alla direzione di Sc;
- ✓ le discontinuità K2 fungono sempre da “barriera”, sia rispetto a Sc che agli eventuali lineamenti Sc-K1, favorendo la venuta a giorno dell'acqua di circolazione sotterranea.

5. PARAMETRI FISICI DELLA SORGENTE

Come accennato in premessa, onde poter rilevare l'entità delle variazioni di portata e trarre utili indicazioni sui tempi di risposta, in relazione ad eventuali picchi pluviometrici, sono state eseguite periodiche misure di portata che hanno coperto un arco temporale di circa dodici mesi (da maggio 2016 ad aprile 2017), un lasso di tempo che costituisce un periodo significativo ai fini del presente studio; in questo lungo periodo di tempo, al fine di individuare le caratteristiche delle acque destinate al consumo umano e delle variazioni di portata, in funzione degli apporti meteorici, sono state effettuate, oltre alle misure di portata, anche misurazioni relative alla temperatura ed alla conducibilità dell'acqua.

Le suddette rilevazioni hanno permesso di accreditare lo schema idrogeologico proposto, per motivare la dinamica idraulica della sorgente, al fine di determinarne il grado di vulnerabilità e di ridefinirne l'area di salvaguardia.

I dati registrati nel corso del presente studio idrogeologico vengono riportati, in modo schematico, nella tabella qui di seguito proposta; le numerose rilevazioni eseguite dei parametri di temperatura e conducibilità evidenziano modestissime variazioni.

Tab. 1 Valori di portata, conducibilità e temperatura, sia dell'aria, sia delle acque sorgive, rilevati in corrispondenza della sorgente oggetto della presente indagine

| Data | T aria (°C) | T acqua (°C) | Conducibilità a 20°C (µS/cm) | Portata (l/s) |
|-------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|----------------------|
| 03/05/16 | 16.1 | 10.7 | 88.2 | 2.4 |
| 16/05/16 | 15.9 | 10.6 | 87.4 | 2.5 |
| 09/06/16 | 18.5 | 10.8 | 87.1 | 2.8 |
| 27/06/16 | 23.5 | 10.8 | 87.2 | 3.0 |
| 20/07/16 | 27 | 11.2 | 90.9 | 2.7 |
| 02/08/16 | 22.7 | 11.0 | 89.4 | 2.7 |
| 26/08/16 | 25.6 | 10.9 | 88.6 | 2.2 |
| 22/09/16 | 22.6 | 11.0 | 88.9 | 2.2 |
| 19/10/16 | 15.8 | 10.8 | 87.2 | 2.1 |
| 11/11/16 | 6.5 | 10.7 | 88.1 | 2.0 |
| 01/12/16 | 10.4 | 10.5 | 89.2 | 2.3 |
| 04/01/17 | 6.2 | 10.3 | 89.3 | 2.2 |
| 31/01/17 | 5.1 | 10.3 | 89.0 | 2.0 |
| 23/02/17 | 9.3 | 10.3 | 90.1 | 2.0 |
| 10/03/17 | 13.1 | 10.4 | 89.7 | 2.0 |
| 27/03/17 | 12.6 | 10.4 | 88.8 | 2.1 |
| 19/04/17 | 19,6 | 10,6 | 89,5 | 2,0 |

Dall'esame dei dati registrati, considerato il numero delle misure eseguite ed il congruo periodo di tempo in cui esse sono state rilevate, si possono trarre le seguenti indicazioni, sia di tipo qualitativo, che di tipo quantitativo, qui di seguito sintetizzate:

- i valori di portata registrati indicano che il gruppo di sorgenti, denominate “Cheggio/Riano”, possono essere ascritte al 5° ordine della scala di Meinzer (range di portata da 1 a 10 l/s); si ritiene di poter affermare che tali valori possano, nel loro insieme, contribuire efficacemente al fabbisogno idrico dell'acquedotto comunale;
- in relazione alla distribuzione dei picchi di portata delle sorgenti nei confronti dei più significativi

eventi pluviometrici registrati nell'arco degli anni 2016/primavera 2017, osservando gli idrogrammi sorgivi (*segmento ascendente*) è possibile dedurre come i tempi di risposta ai fenomeni meteorici risultino limitati a pochi giorni dai picchi di piovosità; ciò conferma che l'ammasso roccioso, costituente l'acquifero fratturato, risulta caratterizzato da un grado medio di permeabilità per fessurazione e sta ad indicare una rete di alimentazione "diretta", lungo la quale la circolazione idrica sotterranea avviene con buona efficacia;

- analizzando i dati di temperatura, è possibile notare che, nonostante le ovvie variazioni stagionali di temperatura dell'aria, le temperature delle acque sorgive fanno registrare oscillazioni minime ($< 1^{\circ}\text{C}$), attestandosi tra 10.3°C e 11.2°C ; questo aspetto assume di per sé una valenza di particolare interesse, in quanto la scarsa influenza delle oscillazioni termiche esterne sulla temperatura dell'acqua sorgiva costituisce un indice della discreta estensione del bacino di alimentazione delle scaturigini; infatti, lo stato termico delle acque sorgive può giungere ad un livello posto ad una temperatura grosso modo costante solo nell'ipotesi in cui le acque di infiltrazione seguano percorsi sotterranei sufficientemente sviluppati e profondi;
- i valori medi di conducibilità ($87\text{-}91\ \mu\text{S}/\text{cm}$), dovuti al passaggio delle acque entro litoclasti e fratture del substrato litico, testimoniano un discreto arricchimento in sali minerali, disciolti in soluzione, nonostante i litotipi attraversati dalla risorsa idrica siano tendenzialmente "resistenti" ai processi chimici dissolutivi esercitati dalle acque; ciò conferma l'ipotesi secondo cui le acque delle sorgenti emergono dopo aver compiuto un percorso sotterraneo sufficientemente lungo, avendo in tal modo la possibilità di arricchirsi di elettroliti; pertanto, per le ragioni sin qui esposte, è possibile affermare che il tempo di permanenza nel sottosuolo delle acque che provvedono a ricaricare le sorgenti in esame risulta sufficientemente lungo da permetterne un'adeguata autodepurazione da inquinanti eventualmente percolati per infiltrazione dalla superficie.

CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI MEINZER

| ORDINE DI GRANDEZZA | PORTATA |
|------------------------|--|
| 1° | 10 m³/sec o più |
| 2° | da 1 a 10 m³/sec |
| 3° | da 0,1 a 1 m³/sec (da 100 a 1000 l/sec) |
| 4° | da 10 a 100 dm³/sec |
| 5° | da 1 a 10 dm³/sec |
| 6° | da 0,1 a 1 dm³/sec (da 100 a 1000 cm³/sec) |
| 7° | da 10 a 100 cm³/sec |
| 8° | meno di 10 cm³/sec. |

6. PLUVIOMETRIA DELL'AREA IN ESAME

I dati di riferimento relativi all'andamento delle idrometeore nell'area esaminata sono stati desunti dalle pubblicazioni di tipo scientifico del C.N.R. – I.S.E. Istituto per lo Studio degli Ecosistemi (ex Istituto Idrobiologico Italiano) di Pallanza.

Per quanto attiene le precipitazioni medie annue la *Carta delle Potenzialità Pluviometriche di 12 Mesi* di A. Carollo, F. Contardi, V. Libera, A. Rolla, elaborata sulla base dei dati raccolti tra il 1921 ed il 1970 indica, per l'area esaminata, precipitazioni comprese tra i 2100 ÷ 2200 mm; le precipitazioni estreme annuali, verificate sempre nello stesso arco di tempo ed indicate dalla carta suddetta, fanno registrare un massimo di 3800 mm ed un minimo di 850 mm.

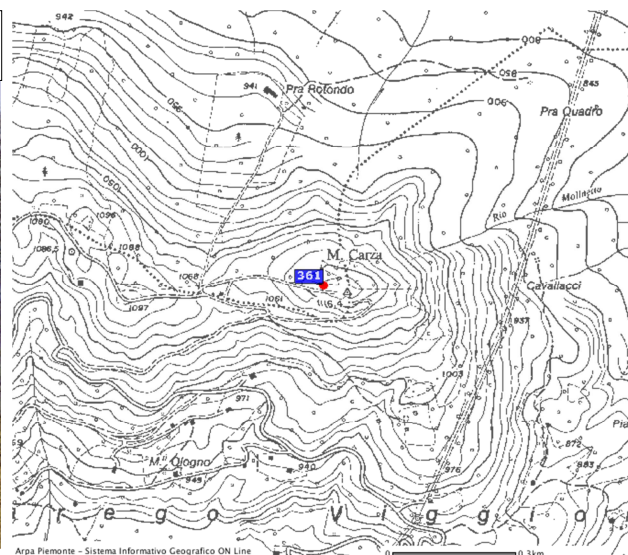
Dalla *Carta delle Precipitazioni Stagionali*, si ricava che l'area in esame è caratterizzata da una distribuzione delle precipitazioni con un minimo invernale (300-400 mm), mentre nel resto dell'anno gli eventi meteorici si ripartiscono in modo piuttosto equilibrato, tra la primavera (500-600 mm) e l'estate-autunno (600-700 mm).

Per meglio analizzare i dati di piovosità dell'area in cui sono localizzate le sorgenti in esame, è possibile fare riferimento ai dati registrati dal pluviometro automatico della stazione termo-igro-pluviometrica del Monte Carza (VB).

Anagrafica Stazione:

| | |
|------------------|--------------------------|
| Tipo Stazione: | Termopluviometrica |
| Codice stazione: | 361 |
| Quota sito: | 1110 m s.l.m. |
| Comune: | Trarego Viggiona (VB) |
| Bacino idr.: | Ticino |
| Località: | Monte Carza |
| | UTM: N 5099029; E 475300 |

sotto: foto stazione Monte Carza; a destra ubicazione



Tab. 2a M. Carza (VB). Precipitazioni giornaliere (mm), relative al periodo aprile-ottobre 2016

| GIORNO | APRILE | MAGGIO | GIUGNO | LUGLIO | AGOSTO | SETTEMBRE | OTTOBRE |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|
| 1 | 19.2 | 18.6 | 15.6 | 5.0 | 3.8 | 0.0 | 0.2 |
| 2 | 2.2 | 8.4 | 10.6 | 0.2 | 15.0 | 0.0 | 2.4 |
| 3 | 0.0 | 0.0 | 7.0 | 7.8 | 0.2 | 2.0 | - |
| 4 | 7.6 | 0.0 | 3.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | - |
| 5 | 29.0 | 0.0 | 12.0 | 0.6 | 67.4 | 0.0 | 0.0 |
| 6 | 3.4 | 0.0 | 2.6 | 0.0 | 10.6 | 0.0 | 4.8 |
| 7 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.4 |
| 8 | 21.6 | 0.6 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 9 | 11.4 | 1.6 | 1.4 | 0.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 10 | 0.4 | 10.4 | 0.2 | 0.0 | 9.2 | 0.0 | 11.8 |
| 11 | 0.0 | 25.6 | 0.0 | 41.4 | 0.4 | 1.8 | 0.0 |
| 12 | 2.4 | 58.8 | 21.4 | 8.0 | 0.0 | 0.0 | 27.4 |
| 13 | 1.6 | 29.4 | 0.2 | 7.6 | 0.0 | 34.2 | 0.0 |
| 14 | 5.8 | 0.0 | 0.0 | 4.2 | 0.0 | 0.0 | 9.2 |
| 15 | 0.0 | 0.0 | 1.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 49.4 |
| 16 | 5.2 | 0.0 | 11.8 | 0.0 | 6.6 | 53.6 | 39.0 |
| 17 | 17.6 | 0.0 | 91.6 | 0.0 | 6.6 | 7.6 | 0.2 |
| 18 | 26.6 | 0.0 | 8.0 | 0.0 | 0.4 | 12.8 | 0.0 |
| 19 | 13.4 | 2.8 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.0 |
| 20 | 0.0 | 16.2 | 0.0 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 0.2 |
| 21 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 44.2 | 0.0 | 0,0 |
| 22 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 0.2 | 6.4 | 0,0 |
| 23 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 5,8 |
| 24 | 3.6 | 30.8 | 0.0 | 19.4 | 0.0 | 0.0 | 4,8 |
| 25 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 4,0 |
| 26 | 0.0 | 0.0 | 12.6 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 2,0 |
| 27 | 2.4 | 0.0 | 7.4 | 4.6 | 0.0 | 0.0 | 7,4 |
| 28 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 7.4 | 0.0 | 0.2 | 0,0 |
| 29 | 0.0 | 12.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0,0 |
| 30 | 0.2 | 59.4 | 1.0 | 0.0 | 3.6 | 0.0 | 0,0 |
| 31 | // | 7.2 | // | // | 1.4 | // | 0,0 |
| TOTALE | 173.8 | 283.0 | 209.0 | 118.4 | 170.0 | 118.8 | INCOMPLETO |

Tab. 2b M. Carza (VB). Precipitazioni giornaliere (mm), relative al periodo novembre 2016 - aprile 2017

| GIORNO | NOVEMBRE | DICEMBRE | GENNAIO | FEBBRAIO | MARZO | APRILE |
|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------|--------------|
| 1 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 21,8 | 0,0 |
| 2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 5,8 |
| 3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 19,2 | 0,0 | 2,6 |
| 4 | 2,4 | 0,6 | - | 18,6 | 8,8 | 0,0 |
| 5 | 2,0 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 22,6 | 0,0 |
| 6 | 12,6 | 0,0 | - | - | 12,2 | 0,0 |
| 7 | 6,6 | 0,0 | - | 13,2 | 0,2 | 0,0 |
| 8 | 0,0 | 0,0 | - | 0,0 | 0,2 | 0,0 |
| 9 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| 10 | - | 0,0 | - | - | 0,0 | 0,0 |
| 11 | 0,0 | 0,0 | - | - | 0,0 | 0,2 |
| 12 | 1,0 | 0,0 | - | - | 0,0 | 0,0 |
| 13 | 0,0 | 0,0 | - | 4,8 | 0,0 | 0,0 |
| 14 | 0,0 | 0,0 | - | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| 15 | 0,0 | 0,0 | - | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| 16 | 0,0 | 0,0 | - | 0,2 | 0,0 | 0,0 |
| 17 | 0,0 | - | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 18 | 0,6 | 0,0 | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 19 | 7,0 | 0,0 | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 20 | 14,0 | - | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 21 | 3,8 | 6,0 | - | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 22 | 55,6 | 0,6 | - | 0,0 | 9,0 | 0,0 |
| 23 | 78,8 | 0,0 | - | 0,0 | 38,0 | 0,0 |
| 24 | 31,6 | 0,0 | - | 0,2 | 20,2 | 0,0 |
| 25 | 13,4 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,4 | 4,0 |
| 26 | 33,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 12,4 | 46,6 |
| 27 | 1,6 | 0,0 | - | 0,0 | 4,0 | 47,4 |
| 28 | 0,2 | 0,0 | - | 0,0 | 0,0 | 27,0 |
| 29 | 0,2 | 0,0 | - | // | 0,0 | 12,0 |
| 30 | - | - | 0,0 | // | 0,0 | 0,0 |
| 31 | // | 0,0 | 0,0 | // | 0,0 | // |
| TOTALE | INCOMPLETO | INCOMPLETO | INCOMPLETO | INCOMPLETO | 152.8 | 145.6 |

Si rileva che per quanto concerne la distribuzione mensile delle precipitazioni, il periodo considerato (da aprile 2016 ad aprile 2017) conferma quanto affermato in precedenza, riguardo alla distribuzione delle precipitazioni sul lungo periodo: massimi in primavera e autunno e marcato minimo invernale.

Si notano le abbondanti precipitazioni fatte registrare a fine maggio e metà giugno 2016, che hanno determinato aumenti di portata piuttosto marcati, permettendo di individuare un picco di riferimento adeguato per l'analisi dell'idrogramma sorgivo.

Il picco di portata, al quale fare riferimento in sede di analisi dell'idrogramma sorgivo e, quindi di definizione delle fasce di rispetto delle sorgenti, risulta essere quello registrato il 27 giugno 2016.

L'andamento della curva di svuotamento delle sorgenti in esame, nel periodo successivo a tale data, non risulta affetto da significativi fenomeni di ricarica dell'acquifero, cosicché l'analisi del ramo discendente dell'idrogramma sorgivo può fornire valide indicazioni sulle caratteristiche idrogeologiche e strutturali del sistema di alimentazione delle scaturigini.

7. RIDEFINIZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLA SORGENTE “CHEGGIO/RIANO”

7.1 METODOLOGIA UTILIZZATA

Lo studio delle zone di tutela delle opere di captazione in aree montane, che spesso sfruttano sorgenti locali con acquiferi costituiti da ammassi rocciosi fratturati, risulta in linea generale più complesso rispetto alla definizione delle fasce di rispetto dei pozzi perforati in aree di pianura, in corpi a permeabilità di tipo matriciale; tale complessità è determinata da vari fattori, sia dipendenti dalle maggiori difficoltà nel modellizzare la geometria ed i parametri idrodinamici dell'acquifero, sia dalla mancanza di precise e consolidate direttive tecnico-legislative.

Dal punto di vista teorico, sarebbe auspicabile che il dimensionamento delle aree di tutela delle risorse idriche fosse improntato a criteri di salvaguardia temporali, in base alla effettiva velocità di filtrazione delle acque (velocità di flusso) e quindi in base alla velocità di propagazione di un eventuale inquinante idroportato.

Nel caso di sorgenti per fessurazione in roccia, la velocità di flusso può essere ad esempio calcolata mediante la formula di Darcy, basandosi sul metodo suggerito da *Letourneur & Michel*².

Questo metodo necessita della determinazione della permeabilità K , la quale, negli ammassi fratturati, può essere calcolata secondo quanto suggerito da Scesi e Saibene.³, procedendo cioè ad un rilievo geomeccanico degli ammassi rocciosi posti in prossimità della scaturigine da esaminare.

Nel caso in esame, essendo poco affidabile procedere alla stima della permeabilità sulla base di tali dati, preso atto, inoltre, che l'impiego di traccianti è reso impraticabile dall'impossibilità di individuare punti di immissione certi, si è deciso di utilizzare la metodologia, per la delimitazione delle aree di salvaguardia delle sorgenti, proposta da Civita⁴.

Tale metodologia, ripresa dalla citata normativa regionale, consente di stimare la vulnerabilità della risorsa idrica in maniera più precisa anche quando non si dispone di studi e valutazioni rigorosi; secondo tale metodo, infatti, le aree di salvaguardia possono essere discriminate in base a quattro condizioni di vulnerabilità della risorsa idrica, differenziate in funzione del tempo di dimezzamento della portata massima annuale t_D (espresso in giorni).

Tale tempo di dimezzamento è direttamente proporzionale alla velocità di svuotamento della parte più permeabile del serbatoio acquifero e, quindi, alla massima velocità di spostamento di un inquinante idroportato; pertanto, minore risulta essere il tempo di dimezzamento, tanto più breve è il tempo di permanenza sotterranea dell'acqua.

La tabella che segue elenca le quattro condizioni di vulnerabilità intrinseca, contrassegnate da lettere maiuscole, individuate da Civita ed indicate nell'Allegato A del “Regolamento Regionale recante: “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)””.

² J. LETOURNEUR & R. MICHEL:- "Géologie du génie civil", Librairie Armand Colin 1971

³ L. SCESI, L. SAIBENE - "Valutazioni della permeabilità di un ammasso roccioso tramite rilievo geologico-strutturale", Mem. Soc. Geol. It. - 32 pp 253-277.

⁴ Vedi nota 1

Tabella 7.1 - **Classi di vulnerabilità**

| <i>Classe di vulnerabilità intrinseca</i> | <i>Tempo di dimezzamento (t_D giorni)</i> |
|---|--|
| Elevata - "A" | $t_D < 5$ |
| Alta - "B" | $5 \leq t_D \leq 20$ |
| Media - "C" | $20 < t_D \leq 50$ |
| Bassa - "D" | $t_D > 50$ |

La situazione "A" esprime quindi la condizione di massima vulnerabilità, caratterizzata da alte velocità di flusso, mentre la situazione "D" quella di vulnerabilità minima.

Qui di seguito si riportano gli idrogrammi sorgivi delle scaturigini esaminate, relativi alle misurazioni di portata effettuate nel periodo compreso tra maggio 2016 ed aprile 2017, in base ai quali, come detto nel capitolo precedente, sono stati determinati i valori delle portate massime, conseguenti ad eventi piovosi di riferimento, e del relativo tempo di dimezzamento.

Sulla scorta del confronto effettuato tra le misure eseguite in sito, riportate nei grafici proposti in allegato, ed i dati relativi alle precipitazioni meteoriche rilevate presso la stazione termo-igro-pluviometrica del M. Carza (VB), si ritiene che la portata misurata in data 27 giugno 2016 possa essere considerata come valore di picco di riferimento per le sorgenti.

Per la determinazione del tempo di dimezzamento è stato quindi analizzato l'andamento delle *curve di svuotamento*, ricavate prendendo quale portata iniziale di riferimento i valori misurati in tale occasione.

La *curva di svuotamento*, in particolare, è ulteriormente scomponibile in due rami distinti:

1. il tratto iniziale o "*curva di decremento*", a maggiore pendenza, che comprende i valori di portata registrati nel lasso di tempo in cui la zona satura è ancora influenzata dall'infiltrazione; tale fenomeno tende a diminuire nel tempo fino ad annullarsi.
2. il tratto finale o "*curva di esaurimento*", che tende asintoticamente all'orizzontale, rappresentativo dell'intervallo in cui l'infiltrazione è nulla ed il sistema si scarica in "regime non influenzato"; esso rappresenta il contributo della zona satura dell'acquifero che alimenta la sorgente.

La curva di esaurimento costituisce un buon indicatore dell'acquifero, in quanto esprime essenzialmente le caratteristiche idrogeologiche e strutturali del sistema.

L'andamento nel tempo delle misure di portata può essere analizzato mediante elaborazioni statistiche, ad esempio la regressione esponenziale di *Maillet*, per ottenere, sia il "*coefficiente di esaurimento*" (α), dipendente dalle caratteristiche idrogeologiche e strutturali del sistema, che il "*coefficiente di decremento*" (β), direttamente proporzionale alla velocità di svuotamento della parte più permeabile del serbatoio acquifero ed alla massima velocità di trasmissione di un inquinante idroportato.

Nel caso in esame si è considerato l'intero tratto discendente degli idrogrammi (curva di decremento + curva di esaurimento), procedendo ad analizzare i dati di portata secondo la metodologia sottoindicata:

I dati di portata sono stati interpolati con il metodo dei minimi quadrati mediante un'espressione

esponenziale del tipo:

$$Q_t = Q_0 e^{-at}$$

dove:

- $Q_0 = Q_{max}$; è la portata massima, registrata alla data 27 giugno 2016;
- $t = 0$ in corrispondenza della data citata.

Si è assunto come tempo di dimezzamento il valore t (giorni) che dimezza la portata Q_{max} .

Determinata la classe di vulnerabilità della captazione è stata, quindi, definita l'area di salvaguardia.

7.2 ZONA DI TUTELA ASSOLUTA (ZTA) COMMA 3, ART. 94 D. LGS. 152/2006

La zona di tutela assoluta è stata dimensionata (Civita, 1973) nel seguente modo:

- lunghezza "D" misurata a partire dalla scaturigine verso monte rispetto al flusso idrico sotterraneo;
- lunghezza " $\frac{3}{4}$ D" misurata lateralmente;
- lunghezza "d" misurata verso valle.

I valori "D" e "d" proponibili per le diverse situazioni idrodinamiche sono riportati nella seguente tabella:

| OPERA | VULNERABILITÀ | SOGGIACENZA | "D" (m) | "d" (m) | " $\frac{3}{4}$ D" |
|---------------|---------------|-------------|---------|---------|--------------------|
| Alla sorgente | Elevata - "A" | nulla | 40 | 10 | 30 |
| | Alta - "B" | nulla | 30 | 5 | 22.5 |
| | Media - "C" | nulla | 20 | 5 | 15 |
| | Bassa - "D" | nulla | 10 | 2 | 7.5 |

Questa tabella viene riproposta, con misure analoghe, anche al punto 3.2 dell'Allegato A del citato *Regolamento Regionale recante: "Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)"*.

7.3 ZONA DI RISPETTO (ZR) COMMA 4, ART. 94 D. LGS. 152/2006

Il tracciamento della forma più adatta per delimitare la Zona di Rispetto, secondo quanto riportato dalla vigente legislazione, fa riferimento alla situazione idrodinamica ricorrente nella porzione di acquifero libero immediatamente adiacente all'area sorgiva.

Tale forma risulta essere quella di un trapezoide rovescio orientato secondo la direzione di flusso locale dell'acquifero, con base minore coincidente con il limite a valle della zona di tutela assoluta, con apertura laterale di almeno 30° rispetto ai margini esterni della Zona di Tutela Assoluta ed avente estensione a monte, in funzione delle quattro situazioni di vulnerabilità discriminate, pari a quanto indicato nella tabella seguente:

| SITUAZIONE | ESTENSIONE A MONTE (metri) |
|---------------|-------------------------------------|
| Elevata - "A" | L'intero il bacino di alimentazione |
| Alta - "B" | L = 2000 m |
| Media - "C" | L = 400 m |
| Bassa - "D" | L = 200 m |

Al punto 3.3 dell'Allegato A del *Regolamento Regionale recante: "Disciplina delle aree di*

salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)” viene indicato che “qualora, per ragioni geografiche, il limite superiore dell’area determinata...superi la cresta spartiacque del bacino imbrifero sotteso alla sorgente, il limite superiore dell’area corrisponderà con la cresta spartiacque indipendentemente dal parametro L” determinato.

Inoltre, *“per le classi di vulnerabilità intrinseca elevata (A), alta (B) e media (C), la Zona di Rispetto (ZR) può essere suddivisa in Zona di Rispetto Ristretta (ZRR) e Zona di Rispetto Allargata (ZRA)”*; in questo caso, la normativa citata prevede che *“l’estensione della Zona di Rispetto Ristretta non potrà comunque essere inferiore a 200 m”*.

7.4 ZONA DI PROTEZIONE (ZP) COMMA 5, ART. 94 D. LGS. 152/2006

La normativa prevede anche una Zona di Protezione, che nel caso di sorgenti montane viene di norma fatta coincidere con l’area di ricarica dell’acquifero da proteggere; nel caso in esame, tenuto conto delle caratteristiche morfologiche del versante indagato, della direzione di deflusso sotterraneo, nonché dell’estensione della Zona di Rispetto, è possibile proporre una Zona di Protezione allungata, verso Ovest, cioè verso monte, fino alla contropendenza della Colma della Nevia.

8. MONOGRAFIA DEL PUNTO DI CAPTAZIONE

L'osservazione dell'idrogramma sorgivo delle sorgenti, e in particolare della curva di svuotamento, ha permesso di determinare il tempo di dimezzamento, riferito ad un determinato intervallo temporale, relativo alle captazioni esaminate e conseguentemente di individuare la classe di vulnerabilità cui le stesse appartengono.

Qui di seguito si riporta la monografia delle sorgenti, in cui si evidenziano le dimensioni delle fasce di rispetto determinate, nonché le particelle catastali interessate.

8.1 GRUPPO SORGENTI “CHEGGIO/RIANO”

| <u>Scheda sorgente:</u> | <i>Denominazione</i> | Sorgenti “Cheggio/Riano” |
|-----------------------------------|--|--|
| | <i>Tipo di captazione</i> | 3 Bottini di presa |
| | <i>Quota</i> | Tra 525 e 625 m s.l.m. |
| | <i>Rif. Topografico</i> | Impluvio minore immergente verso NNE, tra l'A. Cheggio (a valle), e l'A. Pieggio (a monte) |
| | <i>Coordinate UTM – WGS 84 32T</i> | bottino inf. E 473037 N 5095372 bottino sup. Nord E 472927 N 5095402 bottino sup. Sud E 472926 N 5095323 |
| | <i>Carta Tecnica Regionale</i> | Sezione n. 052160 “Trarego Viggiona” |
| | <i>Catastale</i> | NCT Comune di Oggebbio Fg. n. 5, mappali 22-70-72-74-92 |
| | <i>Temp. acqua sorgente (°C)</i> | 10.7 (media) |
| | <i>Conducibilità elettrica specifica a 20° C (μS/cm)</i> | 88.6 (media) |
| <u>Idrogramma sorgivo:</u> | <i>Periodo misure</i> | 03/05/2016÷ 19/04/2017 |
| | <i>Portata massima</i> | 3.0 l/s (27/06/2016) |
| | <i>Portata minima</i> | 2.0 l/s (11/11/2016; 31/01 - 23/02/2017) |

Valori relativi alle curve di decremento

| <i>Periodo di osservazione</i> | <i>Q_{max} (l/sec)</i> | <i>Q_f (l/sec)</i> | <i>β</i> | <i>R^2</i> | <i>T_D (giorni)</i> | <i>Classe di vulnerabilità</i> |
|--------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| 27/06/2016÷11/11/2016 | 3.0 | 2.0 | 0.003 | 0.9036 | 232 | D |

8.2 DIMENSIONI DELLA ZONA DI TUTELA ASSOLUTA E ZONA DI RISPETTO DELLE SORGENTI

Le considerazioni sull'assetto strutturale del substrato lapideo nell'ambito dell'area in esame, esposte nel capitolo 4, hanno permesso di avvalorare l'ipotesi secondo cui la circolazione sotterranea avviene lungo un reticolo di fratture interconnesse, con ricarica dell'acquifero ad opera di acque superficiali (nel caso in esame del bacino imbrifero del Rio Valle di Bugnago) che si infiltrano in profondità lungo i percorsi determinati dalle litoclasti; la direzione preferenziale di deflusso idrico sotterraneo, alimentante le sorgenti captate, sfrutta principalmente il sistema di fratture appartenenti alle famiglie Sc (che rappresenta il collettore drenante principale) e K1, che funge principalmente da "barriera" rispetto a Sc ma che, occasionalmente, attraverso l'intersezione di Sc e K1, può originare un secondo collettore drenante delle acque sotterranee, con direttrice di deflusso orientata all'incirca secondo la massima pendenza.

Le discontinuità K2 fungono sempre da "effetto barriera", sia rispetto a Sc che agli eventuali lineamenti Sc-K1, favorendo la venuta a giorno dell'acqua di circolazione sotterranea.

Sulla base delle considerazioni esposte in dettaglio nel capitolo 5, riguardanti, in sintesi, la scarsa influenza delle oscillazioni di temperatura dell'aria sullo stato termometrico delle acque sorgive, i valori medi di conducibilità registrati e la gradualità con cui decresce il segmento discendente dell'idrogramma sorgivo, appare ragionevole ritenere che l'area di alimentazione delle sorgenti in esame abbia un'estensione discretamente ampia, che include parte del bacino imbrifero del Rio Valle di Bugnago.

Secondo quanto suggerito da Civita, per le sorgenti in esame è stata individuata una vulnerabilità di tipo "D", cui corrisponde l'individuazione di una Zona di Rispetto (ZR) di 200 metri di estensione.

Pertanto, per la perimetrazione delle Zone di Tutela Assoluta (ZTA) e per la Zona di Rispetto (ZR) vengono proposte le dimensioni di seguito riportate in tabella:

| ZONA DI TUTELA ASSOLUTA (ZTA) | ZONA DI RISPETTO (ZR) |
|-------------------------------|--|
| D = 10 m | L = 200 m (ZR) |
| $\frac{3}{4} D = 7.5$ m | Angolo di apertura = 30° |
| d = 2 m | Bisettrice orientata tra 240° e 255° N |

Le sorgenti oggetto della presente indagine sono formate da tre diversi bottini distanziati tra loro qualche decina di metri.

Per ciascun bottino di presa è stata individuata la Zona di Tutela Assoluta (ZTA), di forma rettangolare, avente un'estensione di 17x15 m, così come rappresentato nella Tavola 3 – *Planimetria catastale aree di salvaguardia*, in scala 1:2.000.

Con riferimento, quindi, alle dimensioni sopra indicate ed a quanto rappresentato nella Tavola n. 3, le particelle catastali che risultano comprese nelle fasce di rispetto dei tre bottini che fanno capo al gruppo di sorgenti "Cheggio/Riano", indicate secondo la numerazione del N.C.T. del Comune di Oggebbio, sono sintetizzate nella seguente tabella:

| FASCIA TIPO | NUMERO DI PARTICELLE |
|--|--|
| <i>Zona di Tutela Assoluta (ZTA)</i> | N.C.T. Oggebbio Fg. n. 5 <i>mappali interi:</i> --- <i>mappali pro parte:</i> 22-70-72-74-92 |
| <i>Zona di Rispetto (ZR)</i> | N.C.T. Oggebbio Fg. n. 4 <i>mappali interi:</i> 86-88-89-90-118 <i>mappali pro parte:</i> 81-82-83-84-85-87-110-114-115-116-117-119 N.C.T. Oggebbio Fg. n. 5 <i>mappali interi:</i> 60-61-62-63-64-66-67-68-69-83-84-85-86-87-89-90-91-92-93-94 <i>mappali pro parte:</i> 16-17-20-22-58-59-65-70-71-72-74-80-82-88-95-96-97-98-99-100-104 N.C.T. Oggebbio Fg. n. 7 <i>mappali interi:</i> - <i>mappali pro parte:</i> 33-34-80 |

9. UBICAZIONE DEI CENTRI DI PERICOLO

Pur tenendo in debita considerazione che il gruppo di sorgenti “Cheggio-Riano” (le cui portate vengono immesse nella rete acquedottistica comunale) ricade in un settore di territorio esterno alle aree antropizzate e sostanzialmente privo di centri di pericolo, nel presente capitolo vengono individuati gli elementi e le attività costituenti potenziali fonti di inquinamento della risorsa idrica.

A tale proposito, e con specifico riferimento all'art. 94 del D. Lgs. 152/06, sono stati censiti i principali centri di pericolo presenti nel raggio di 1 km dal punto di captazione, procedendo quindi alla rappresentazione degli stessi nell'allegata Tavola n. 2 - *Carta dei centri di potenziale pericolo*, in scala 1:5.000; le possibili "fonti" di inquinamento ricadenti all'interno delle Zone di Salvaguardia, vengono, altresì, rappresentate con maggior dettaglio nella Tavola n. 3 - *Planimetria catastale aree di salvaguardia*, in scala 1: 1.000.

La normativa regionale suddivide le potenziali fonti di pericolo per la risorsa idrica in cinque categorie, elencate al punto 6 dell'Allegato A del *Regolamento Regionale recante: “Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)”* contenuto nel D.P.G.R. del 11-12-2006 n. 15/R:

- GRUPPO 1: attività agricole e di verde pubblico;
- GRUPPO 2: opere igienico-sanitarie e scarichi acque reflue;
- GRUPPO 3: attività comportanti detenzione e stoccaggio di materiali pericolosi e/o produzione di rifiuti pericolosi e tossici e nocivi;
- GRUPPO 4: infrastrutture ed aree edificate;
- GRUPPO 5: pozzi diversi da quello idropotabile.

Con riferimento alla sopra citata tabella, nell'areale investigato, avente raggio di 1 km da ciascuna opera di captazione, sono stati presi in considerazione le attività e le opere in grado di costituire direttamente o indirettamente fattori di degrado della qualità delle acque.

1) Attività agricole e zootecniche

Il settore di versante a monte delle scaturigini si presenta quasi totalmente colonizzato da estesa copertura boschiva.

Da decine di anni, nell'areale compreso nel raggio di 1 km dalle sorgenti, non si attua lo sfruttamento agricolo e zootecnico del territorio, ad eccezione dell'alpeggio di Casola, dove ha sede una modesta attività zootecnica (allevamento di asini); l'ubicazione della stessa è, in ogni caso all'estremità occidentale del raggio di 1 km ed è separata dalla sorgente in esame dall'incisione del Rio Sengia.

Nelle aree di salvaguardia dei bottini di presa non si rilevano aree soggette a spandimento agronomico di pesticidi e fertilizzanti e/o di liquami zootecnici, in quanto sono boscate naturalmente.

2) Opere igienico-sanitarie e scarichi acque reflue

L'ampia area boscata che si sviluppa a monte e nell'intorno delle sorgenti è priva di insediamenti abitativi; i pochi, modestissimi, nuclei segnalati (A.Pieggio e Artivio) non sono abitati; dell'alpeggio di

Casola si è già detto.

Le frazioni di Barbè Sup., Barbè Inf. e Ponte, sono servite dalla rete fognaria comunale, pertanto solamente alcuni edifici residenziali isolati risultano dotati di vasca biologica e rete disperdente (sub-irrigazione e/o pozzo perdente); in ogni caso esse si situano decisamente a valle rispetto alle sorgenti in esame.

Lo stesso discorso può essere fatto per le frazioni di Cannero Riviera (Ponte, Donego e Cassino), le quali, inoltre, sono separate dalla profonda incisione del Rio Val di Bugnago.

In ogni caso, né la rete fognaria, né gli impianti di dispersione delle singole unità abitative, risultano ricadere nelle aree di salvaguardia delle sorgenti.

3) Attività comportanti detenzione e stoccaggio di materiali pericolosi

Come precedentemente affermato, le tre opere di captazione sono localizzate a monte del territorio antropizzato, in un'area prevalentemente boscata, in cui non sono presenti attività produttive di tipo artigianale e/o industriale.

Nelle frazioni poste a valle delle sorgenti, gli edifici d'abitazione sono allacciati alla rete di distribuzione del gas metano. Sia la rete di distribuzione, che eventuali cisterne interrato o fuori terra per idrocarburi (gasolio e gas) per il riscaldamento domestico, risultano esterni alle aree di salvaguardia.

Sono assenti discariche e centri di stoccaggio di rifiuti.

4) Infrastrutture

Per quanto concerne questa categoria, sono state rappresentate le seguenti opere:

- Strada Statale n.34, il cui tracciato corre a valle delle due opere di captazione, sulla sponda del Lago Maggiore;
- Strada Provinciale n.134 Resiga-Oggiogno (interrotta per frana tra Donego e la fraz. Barbè di Sopra), si sviluppa a valle delle sorgenti;
- Strada Comunale – Via Panoramica, che si sviluppa parallelamente al lago e collega le frazioni Barbé e Gonte, restando a valle delle sorgenti;
- strade comunali, si sviluppano quasi completamente a valle delle sorgenti.
- metanodotto, il cui tracciato collega le frazioni di Oggebbio a valle dei bottini di presa.

Si precisa che nell'area investigata sono presenti pochi sentieri di collegamento tra le frazioni lacustri e gli alpeggi montani, utilizzati con finalità escursionistiche.

5) Pozzi ad uso diverso dall'idropotabile

Nell'area analizzata non si sono rilevati pozzi ad uso civile-tecnologico né industriale.

Infine, per quanto concerne gli elementi naturali, nell'areale investigato non sono stati evidenziati segnali di dissesto in atto o potenziale che potrebbero interferire con le scaturigini in esame.

Con specifico riguardo ai centri di potenziale pericolo ricadenti nelle immediate vicinanze dei tre bottini che fanno capo alla sorgente in esame, e/o ubicati all'interno delle relative Aree di Salvaguardia (ZTA e ZR), con riferimento alla Tavola n. 3, si segnalano i seguenti elementi:

- *Pozzi perdenti e fosse biologiche con relative reti di sub-irrigazione a servizio di edifici residenziali.*

Alcuni degli edifici di tipo residenziale, che ricadono entro il raggio di 1Km dalle sorgenti, ma all'esterno delle aree di salvaguardia individuate, non sono collegati alla rete fognaria, comunale pertanto, risultano dotati di sistemi di smaltimento reflui nel sottosuolo.

- *Reticolo di smaltimento delle acque stradali e superficiali.*

La rete stradale si sviluppa totalmente a valle dei bottini di presa delle sorgenti, per cui le acque meteoriche intercettate dal sedime della S.C. Via Panoramica, si riversano a valle del tracciato senza influenzare le acque sorgive.

- *Uso del suolo nelle aree di salvaguardia.*

All'interno delle aree di salvaguardia delle tre sorgenti in esame e nel loro intorno, il territorio presenta un alto grado di naturalità, essendo costituito quasi completamente da superfici boscate.

A monte delle Zone di Rispetto ed esternamente ad esse, è situato l'Alpeggio di Artivio (770 m s.l.m), costituito da alcuni fabbricati rurali, in pietrame, non utilizzati; alcuni di essi sono diroccati.

10. NOTE CONCLUSIVE

Il presente studio è stato effettuato al fine di individuare le caratteristiche geolitologiche, geostutturali ed idrogeologiche che caratterizzano il bacino di alimentazione del gruppo di sorgenti denominato “Cheggio-Riano”, alimentante l’acquedotto comunale di Oggebbio, e ridefinire le Aree di Salvaguardia delle stesse, ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. e del Regolamento Regionale n. 15/R, approvato con D.P.G.R. dell’11-12-2006.

In base alle indagini eseguite ed ai rilievi effettuati, si ritiene di poter formulare le seguenti valutazioni:

- Le sorgenti in esame sono situate ad una distanza di alcune centinaia di metri a monte della fraz. Barbè Sup., in destra idrografica del Rio Valle di Bugnago, non lontano dal Rio Cugnolo; i tre bottini che, insieme, costituiscono la sorgente, sono ubicati tra 525 e 625 m s.l.m.
- Litologicamente, nell’area in esame il substrato roccioso è costituito da ortogneiss appartenenti alla *Serie dei Laghi*.
- In base alle osservazioni dirette effettuate in sito, è possibile ipotizzare che le acque di precipitazione meteorica si infiltrino efficacemente in profondità ed alimentino le sorgenti in esame seguendo i percorsi determinati dalle fratture appartenenti alla scistosità Sc; le discontinuità K1 fungono principalmente da “barriera” rispetto a Sc ma, occasionalmente, l’intersezione di Sc e K1, può originare un secondo collettore drenante delle acque sotterranee; le discontinuità K2 fungono sempre da “effetto barriera”, favorendo la venuta a giorno dell’acqua di circolazione sotterranea.
- I valori di portata registrati, in un arco di tempo compreso tra maggio 2016 e aprile 2017, indicano che le sorgenti possono essere ascritte al 5° ordine della scala di Meinzer (range di portata da 1 a 10 l/s).
- In relazione alla distribuzione dei picchi di portata delle due sorgenti nei confronti dei più significativi eventi pluviometrici registrati nell’arco degli anni 2016/primavera 2017, osservando gli idrogrammi sorgivi (*segmento ascendente*), è possibile dedurre come i tempi di risposta ai fenomeni meteorici risultino limitati a pochi giorni dai picchi di piovosità; ciò conferma che l’ammasso roccioso, costituente l’acquifero fratturato, risulta caratterizzato da un grado medio di permeabilità per fessurazione e sta ad indicare una rete di alimentazione “diretta”, lungo la quale la circolazione idrica sotterranea avviene con buona efficacia.
- Analizzando i dati di temperatura delle acque sorgive si può notare che si hanno oscillazioni di pochi decimi di grado (valori compresi tra 10.3°C e 11,2 °C); questo aspetto assume di per sé una valenza di particolare interesse, in quanto la scarsa influenza delle oscillazioni termiche esterne sulla temperatura dell’acqua sorgiva costituisce un indice della discreta estensione del bacino di alimentazione delle scaturigini. Infatti, lo stato termico delle acque sorgive può giungere ad un livello di temperatura grosso modo costante solo nell’ipotesi in cui le acque di infiltrazione seguano percorsi sotterranei sufficientemente sviluppati e profondi.
- I valori medi di conducibilità, misurati nelle acque delle sorgenti, dovuti al passaggio delle acque entro litoclasti e fratture del substrato litico, testimoniano un discreto arricchimento in sali minerali,

disciolti in soluzione, nonostante i litotipi attraversati dalla risorsa idrica siano tendenzialmente “resistenti” ai processi chimici dissolutivi esercitati dalle acque; ciò conferma l'ipotesi secondo cui le acque delle sorgenti in esame emergono dopo aver compiuto un percorso sotterraneo sufficientemente lungo, avendo in tal modo la possibilità di arricchirsi di elettroliti.

- Sulla base delle considerazioni sin qui esposte, è ragionevole supporre che il tempo di permanenza nel sottosuolo delle acque, che provvedono a ricaricare le sorgenti in esame, risulta sufficientemente lungo da permetterne un'adeguata autodepurazione da agenti inquinanti eventualmente percolati per infiltrazione dalla superficie.

In relazione alle problematiche connesse con il dimensionamento delle Aree di Salvaguardia, la metodologia di studio adottata è stata così strutturata:

- rilevamento geologico - strutturale ed idrogeologico in corrispondenza delle sorgenti ed in corrispondenza degli affioramenti rocciosi rilevati;
- determinazione degli idrogrammi sorgivi mediante una serie di misure di portata effettuate in un arco di tempo compreso tra maggio 2016 ed aprile 2017.

L'analisi dei dati strutturali raccolti ha permesso una prima valutazione della velocità di deflusso delle acque sorgive e quindi di propagazione di un eventuale inquinante idroportato infiltratosi dalla superficie; quanto ottenuto, integrato dall'elaborazione degli idrogrammi sorgivi e dal calcolo del tempo di dimezzamento delle portate massime annuali (T_D), ci ha permesso di stimare la vulnerabilità della risorsa idrica, riferendosi in particolare alla metodologia ed alle classi di vulnerabilità proposte da Civita e riprese, quale metodologia di riferimento, dalla normativa regionale rappresentata dal D.P.G.R. dell'11-12-2006 n. 15/R con cui viene adottato il “*Regolamento Regionale recante: Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (L.R. 29-12-2000 n. 61)*”.

Nota la classe di vulnerabilità delle risorse idriche in esame, sono state applicate le seguenti aree di salvaguardia:

- ZTA: Zona di Tutela Assoluta;
- ZR: Zona di Rispetto;
- ZP: Zona di Protezione.

Le indicazioni fornite da Civita sono state utilizzate come linee-guida per il dimensionamento delle aree di salvaguardia, tenendo comunque in considerazione le caratteristiche idrogeologiche locali.

I dati idrologici e catastali relativi alle sorgenti in esame, nonché il dimensionamento delle aree di salvaguardia, sono raccolti e sintetizzati nella monografia relativa alla sorgente (vedi capitolo 8).

Infine, sono stati censiti tutti i centri di pericolo compresi nel raggio di 1 km dalle sorgenti, riscontrando che in linea generale le risorse idriche captate si trovano in un contesto territoriale dotato di un alto grado di naturalità (superfici prevalentemente boscate) e che, nella zona di ricarica delle sorgenti, non vi siano nuclei residenziali e/o agricoli.

Come dettagliatamente illustrato al capitolo 8, all'interno delle aree di salvaguardia individuate nell'ambito del presente studio, non risultano presenti sistemi di smaltimento dei reflui domestici o altri centri di pericolo.

A conclusione di quanto fin qui riportato, si ricorda brevemente quanto previsto dalla normativa vigente per le fasce di rispetto elaborate nell'ambito di questo studio, così come previsto dagli articoli 4 e 6 del Regolamento Regionale n. 15/R.

Per la Zona di Tutela Assoluta (ZTA), l'art.4, comma 2 del D.P.G.R. dell'11-12-2006, recita: *“la zona di tutela assoluta è adeguatamente protetta da possibili infiltrazioni d'acqua dalla superficie e, salvo motivata deroga, recintata al fine di garantire l'integrità e l'efficienza delle relative opere”*.

Nella Zona di Rispetto sono **vietate** tutte le attività di cui all'art. 6, del sopra citato Regolamento Regionale, ossia:

- a) dispersione di fanghi e acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o prodotti fitosanitari;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti, o prodotti fitosanitari, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione dei fertilizzanti e dei fitosanitari di cui all'Allegato B;
- d) impiego per scopi non agricoli di mezzi di tipo chimico finalizzati al contenimento della vegetazione;
- e) scarichi di acque reflue anche se depurate, nonché dispersione nel sottosuolo di acque bianche provenienti da piazzali e strade;
- f) aree cimiteriali;
- g) apertura di cave;
- h) apertura di pozzi o realizzazione di altre perforazioni del suolo, ad eccezione di quelli finalizzati all'estrazione delle acque di cui all'art. 1, comma 1 (del Regolamento Regionale 15/R), e di quelli finalizzati alla variazione di tale estrazione, nonché di piezometri ovvero di pozzi o altri strumenti di monitoraggio necessari per il controllo e la tutela delle risorse idriche;
- i) gestione rifiuti;
- j) stoccaggio di prodotti, ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- k) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- l) pozzi perdenti e fosse imhoff o equivalenti sistemi di trattamento di acque reflue;
- m) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i centosettanta chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite;
- n) insediamento di attività industriali ed artigianali;
- o) cambiamento di destinazione d'uso degli insediamenti di cui al punto n) esistenti, salvo che il medesimo sia volto alla riduzione del livello di rischio.

Inoltre, nella Zona di Rispetto sono comunque **vietati**:

- a) la stabulazione del bestiame;
- b) lo stoccaggio di effluenti zootecnici, concimi chimici, fertilizzanti o prodotti fitosanitari;
- c) la realizzazione di fognature, pozzi neri a tenuta, impianti e strutture di depurazione di acque reflue, salvo che siano necessari per la messa in sicurezza di fabbricati non rilocalizzabili o per mitigare la situazione di rischio;
- d) la realizzazione di fabbricati a qualsiasi uso destinati, ad eccezione delle infrastrutture del servizio idrico integrato strettamente funzionali alla captazione idrica. Per i fabbricati esistenti alla data di presentazione della proposta di definizione delle aree di salvaguardia, regolarmente autorizzati a

norma delle disposizioni urbanistiche ed edilizie, possono essere consentiti solo gli interventi edilizi di recupero conservativo che non comportino l'aumento delle unità immobiliari e gli interventi di adeguamento igienico-sanitario che non comportino nuovi allacciamenti;

- e) la realizzazione di opere viarie e ferroviarie, fatta eccezione per le piste ciclabili e la viabilità agro-silvo-pastorale, interpodereale e, ove non diversamente localizzabile, comunale;
- f) la realizzazione di infrastrutture di servizio che possano interferire, qualitativamente o quantitativamente, in modo diretto o indiretto, con il corpo idrico captato.