

REGIONE ABRUZZO

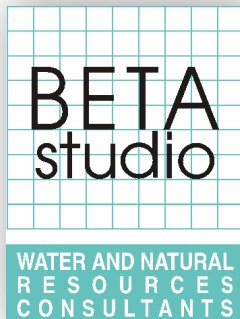


Ente Regionale Servizio Idrico

**Individuazione delle Aree di Salvaguardia delle captazioni di acque sotterranee e delle derivazioni di acque superficiali destinate al consumo umano così come previsto dal D.Lgs.152/2006 e dal Piano di Tutela delle Acque adottato dalla Regione Abruzzo**

*L'Aquila, 13 – 14 NOVEMBRE 2019*

Dott.ssa Marilena Segato - Ing. Massimo Coccato



**BETA Studio s.r.l.**

via Guido Rossa 29/A

35020 Ponte San Nicolò (Padova)

Tel. + 39 049 896 11 20 - Fax + 39 049 896 10 90

[info@betastudio.it](mailto:info@betastudio.it) - [www.betastudio.it](http://www.betastudio.it)

**COORDINATORE SCIENTIFICO**  
**PROF. DOTT. FULVIO CELICO**

3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.



## ATTIVITÀ DELLO STUDIO

- ❖ Raccolta dati e aggiornamento database pozzi e sorgenti
- ❖ Perimetrazione delle aree di salvaguardia: attività propedeutiche, definizione e applicazione della metodologia
- ❖ Definizione centri di pericolo
- ❖ Proposta di normativa tecnica
- ❖ Analisi dell'influenza dei Laboratori INFN e del Traforo sulle falde Acquifere del Gran Sasso

## ATTIVITÀ DELLO STUDIO

- ❖ Raccolta dati e aggiornamento database pozzi e sorgenti
- ❖ Perimetrazione delle aree di salvaguardia: attività propedeutiche e definizione della metodologia
- ❖ Definizione centri di pericolo
- ❖ Proposta di normativa tecnica
- ❖ Analisi dell'influenza dei Laboratori INFN e del Traforo sulle falde Acquifere del Gran Sasso

# Raccolta dati ed elaborazione dei dati preliminari

INCONTRO AVVIO LAVORI  
19 dicembre 2014

Ricerche e pubblicazioni  
scientifiche

Raccolta dati Enti e  
Gestori

Raccolta e analisi database  
esistenti (PTA, SISII, PRGA)

Progettazione e implementazione  
della struttura del geodatabase

INCONTRO ENTI GESTORI  
17 febbraio 2015  
Verifica dati esistenti da  
parte degli Enti Gestori

**DATABASE POZZI  
E SORGENTI**

## Tipo di dati

Ubicazione captazione

Dati concessione

Presenza opere di protezione

Caratteristiche opere di presa

Presenza strumenti di misura

Valori portate misurate

Indagini qualità delle acque

Caratteristiche dell'idrostruttura

....



Attività

Metodologia

Prodotti forniti

COORD. SCIENTIFICO  
PROF. DOTT. F. CELICO

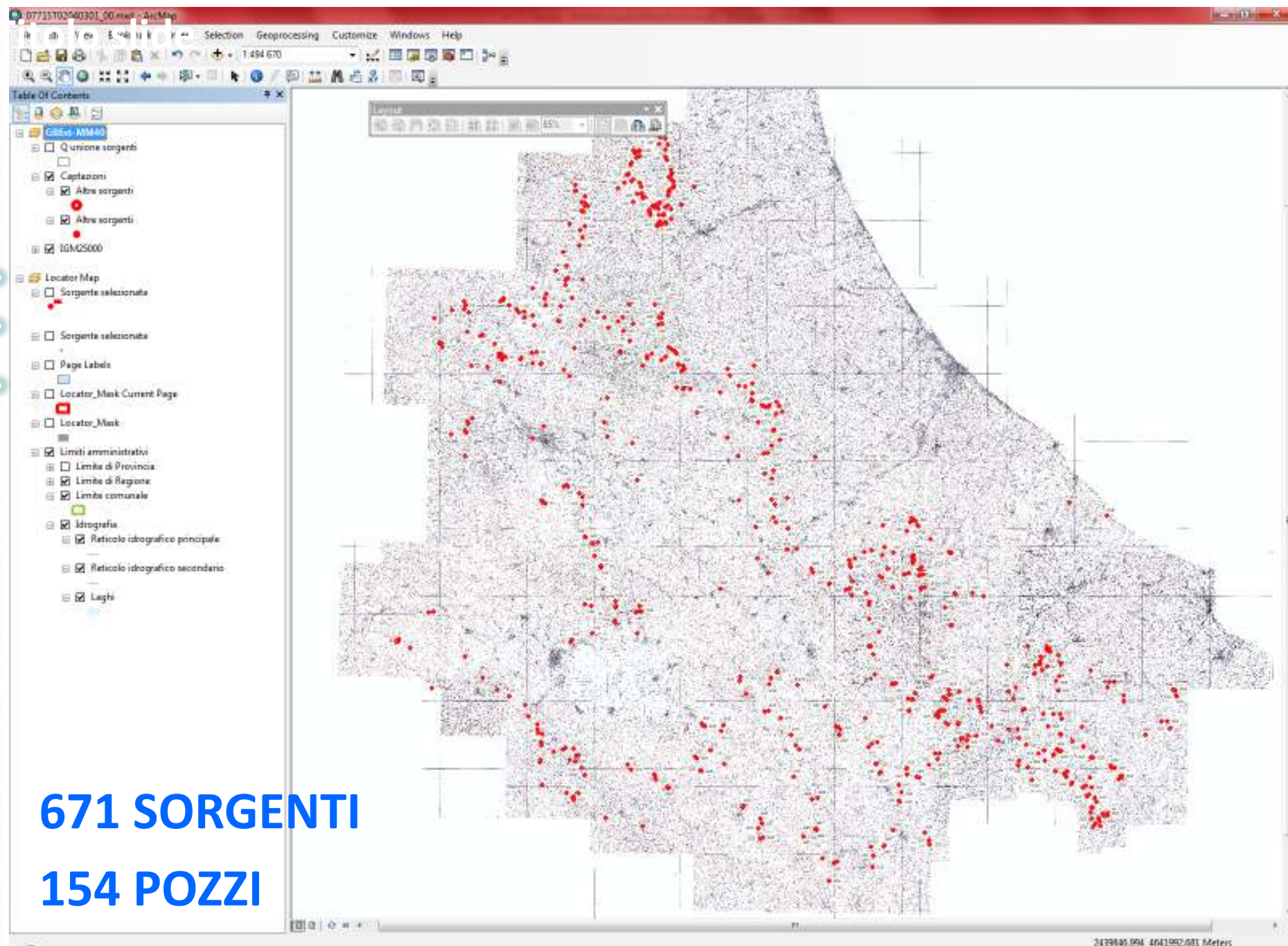


COORD. SCIENTIFICO  
PROF. DOTT. F. CELICO

Attività

Metodologia

Prodotti forniti



**671 SORGENTI**  
**154 POZZI**



# Schede monografiche

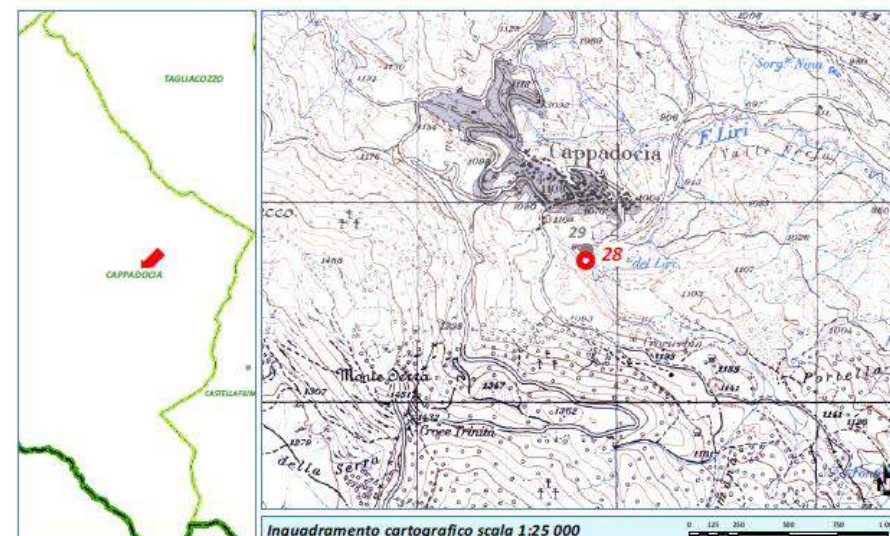
Attività

Metodologia

Prodotti forniti

INDIVIDUAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA DELLE CAPTAZIONI  
DI ACQUE SOTTERRANEE E DELLE DERIVAZIONI DI ACQUE SUPERFICIALI  
DESTINATE AL CONSUMO UMANO COSÌ COME PREVISTO DAL D.LGS. 152/2006  
E DAL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE ADOTTATO DALLA REGIONE ABRUZZO

ENTE D'AMBITO PESCARESE



<b>SORGENTI</b>		<b>N:</b>	<b>28</b>	<b>Est: 2377780.15 m</b>	
<b>Denominazione:</b>			Liri	<b>Nord: 4651532.27 m</b>	
<b>Comune:</b>			CAPPADOCIA	<small>Coordinate System: Monte Mario Italy 2</small>	
<b>Quota [m s.l.m.]:</b>			981.0	<small>Projection: Transverse Mercator</small>	
<b>Gestore:</b>			CAM s.p.a.	<small>Datum: Monte Mario</small>	
<b>Ambito Territoriale Ottimale:</b>			ATO 2 - Marsicano	<small>False easting: 2 520 000.000</small>	
<b>Stato:</b>			Utilizzata	<small>False northing: 0.0000</small>	
<b>Portate [l/s]*</b>		<b>Media:</b>	207.00	<b>Quantitative</b>	<b>Isotopiche</b>
		<b>Minima:</b>	180.00		
		<b>Massima:</b>	0.00		
<b>Misure</b>		<b>Pianificate:</b>	Si	<b>Microbiologiche</b>	<b>Chimiche</b>
		<b>1° camp.:</b>	Si 12/06/2015		
		<b>2° camp.:</b>	Si 12/10/2015		

\* 9999.00 = Dato non disponibile

Note del Gestore

Note del redattore

Nessun riscontro in Catasto Regionale concessioni: nessun CUR. Ubicazione e dati di portata verificati dal Gestore. Stato di utilizzo desunto indirettamente. Codice Gestore: 02G2001S0011.

Capogruppo Mandataria



Mandanti

3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INDOGRATA S.p.A.

Coordinatore scientifico

PROF. F. CELICO

## ATTIVITÀ DELLO STUDIO

- ❖ Raccolta dati e aggiornamento database pozzi e sorgenti
- ❖ Perimetrazione delle aree di salvaguardia: attività propedeutiche e definizione della metodologia
- ❖ Definizione centri di pericolo
- ❖ Proposta di normativa tecnica
- ❖ Analisi dell'influenza dei Laboratori INFN e del Traforo sulle falde Acquifere del Gran Sasso

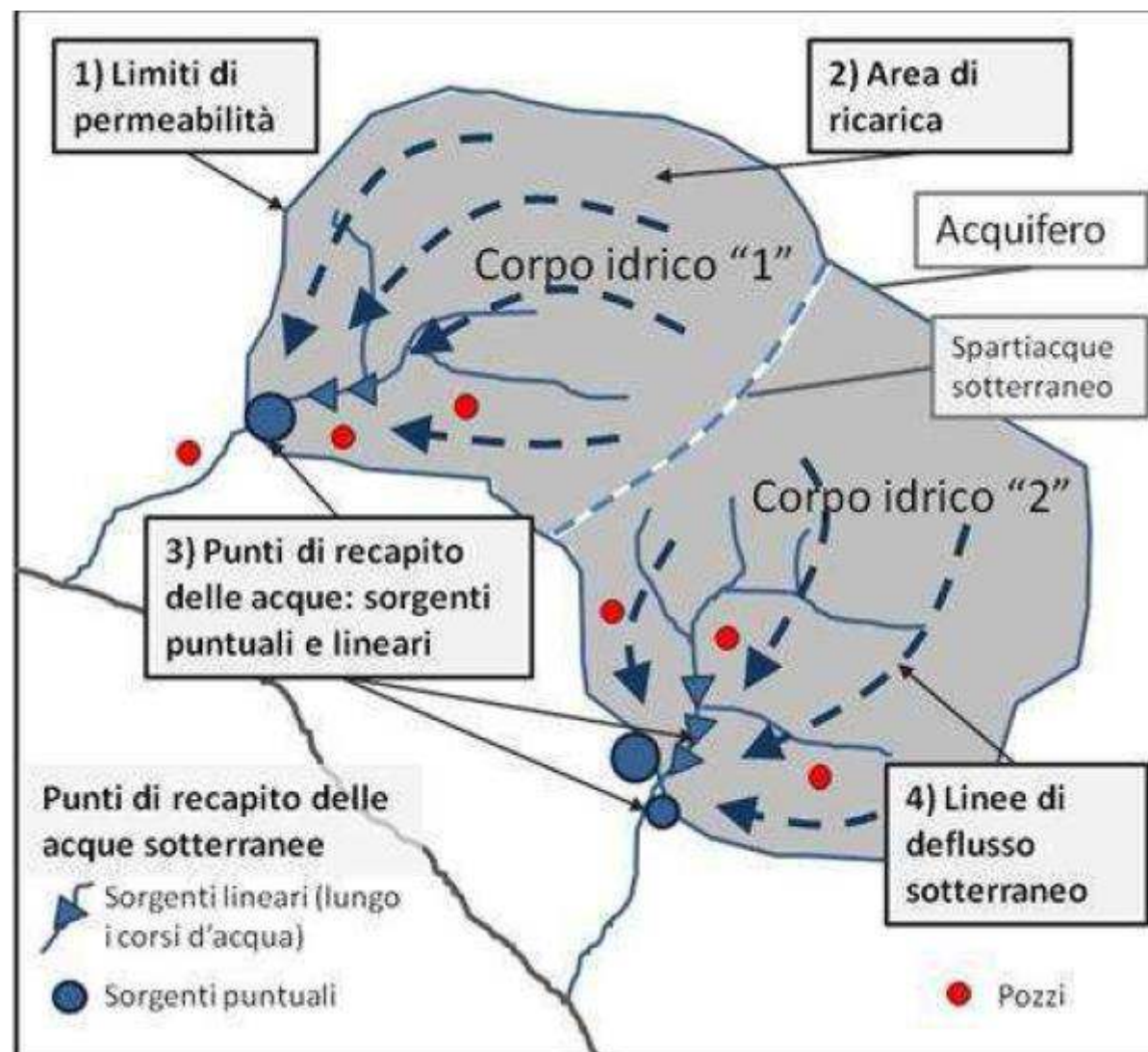
## Indagini integrative

Le fasi di integrazione delle conoscenze, mediante produzione di nuovi dati, hanno permesso di **affinare** le conoscenze relative:

- ❖ alla **perimetrazione dei principali corpi idrici sotterranei** e di comprenderne in modo più accurato i possibili caratteri di compartimentazione;
- ❖ al **funzionamento idrogeologico degli acquiferi** oggetto di interesse, con particolare attenzione ai sistemi carbonatici compartimentati;
- ❖ alle modalità ed ai **percorsi di migrazione** dei potenziali **contaminanti**;
- ❖ ai **criteri di delimitazione** delle aree di salvaguardia **più idonei** in ciascuna tipologia di scenario idrogeologico oggetto di interesse.



# Indagini integrative



# Indagini e studi integrativi

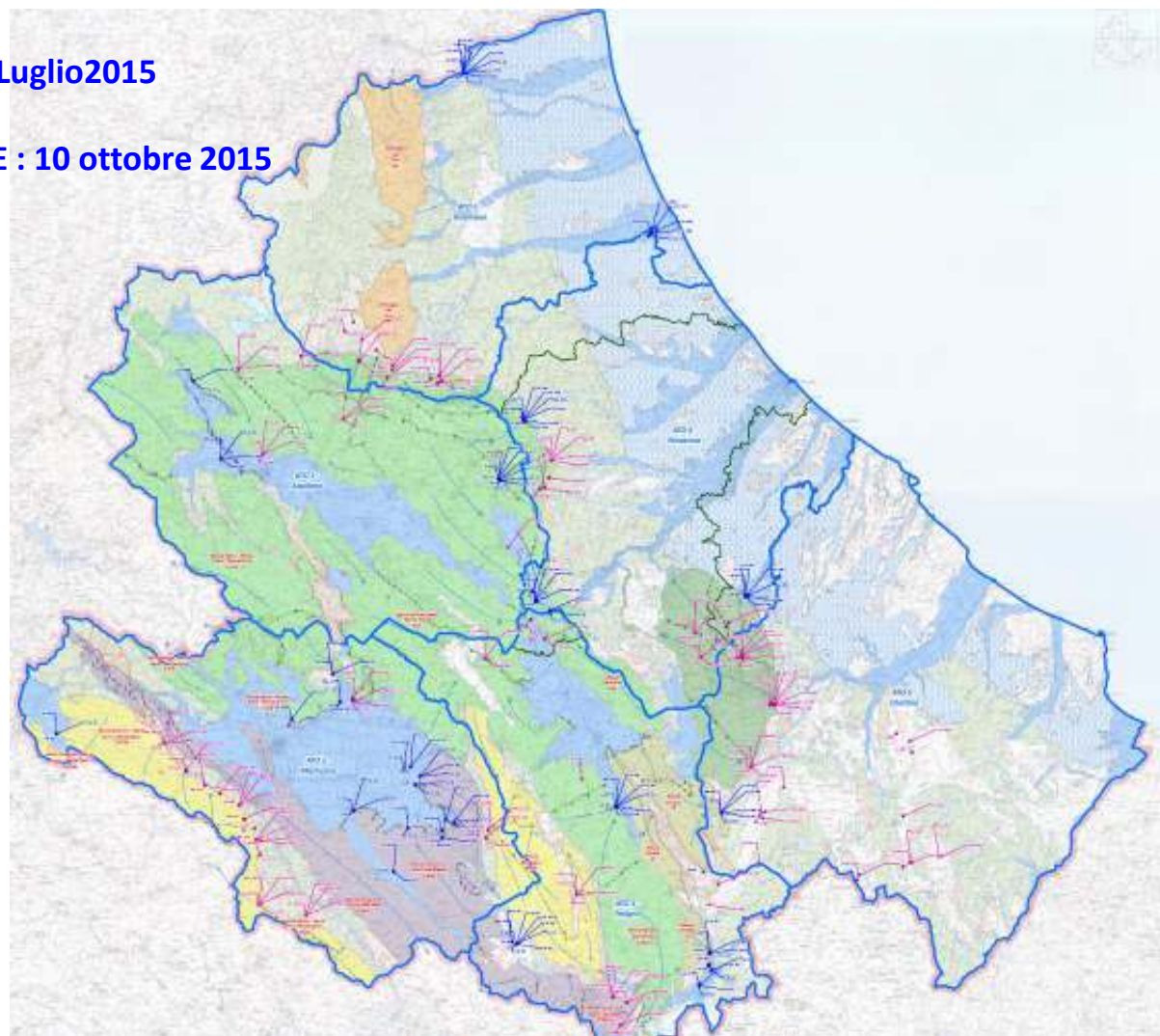
	<i>Analisi chimico- fisiche</i>	<i>Analisi isotopiche</i>	<i>Analisi microbiologiche</i>	<i>Analisi biomolecolari</i>	<i>Portata sorgenti</i>	<i>Livelli falda</i>
I TORNATA	65	109	43	32	33	17
II TORNATA	72	121	45		36	21

## I<sup>a</sup> TORNATA DI INDAGINI

**INIZIO: 8 Giugno 2015 - FINE: 10 Luglio 2015**

## II<sup>a</sup> TORNATA DI INDAGINI

**INIZIO : 22 Settembre 2015 - FINE : 10 ottobre 2015**



Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —

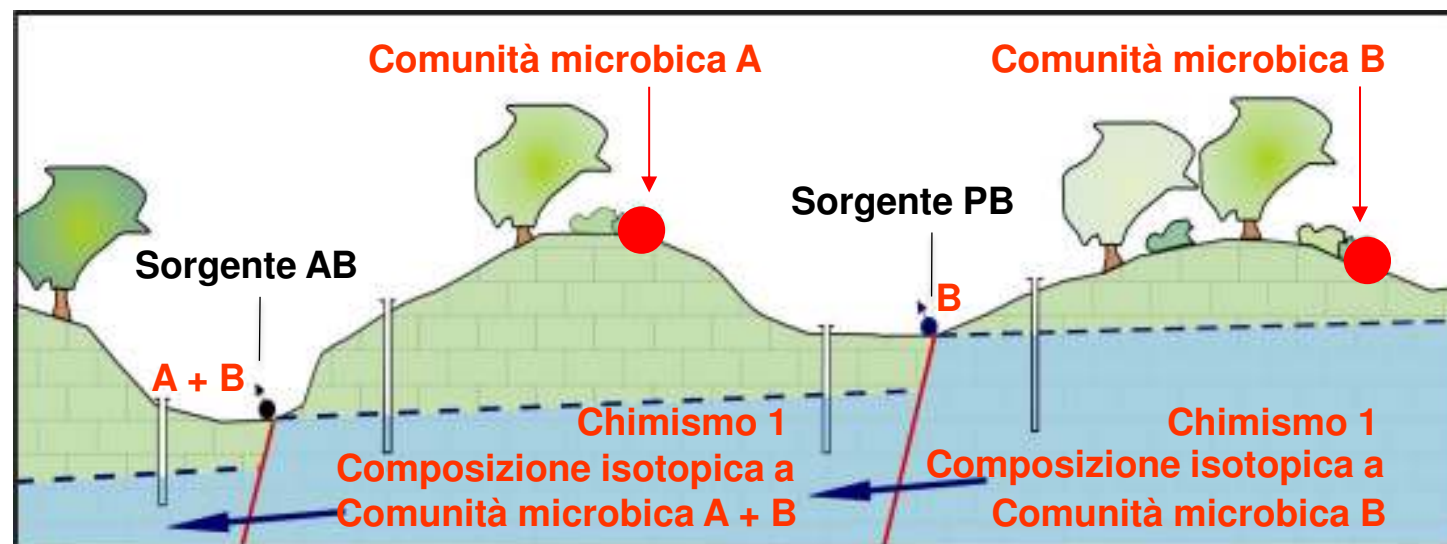
## Analisi eseguite 1/2

- ❖ **Analisi chimico-fisiche:** eseguite per lo più in corrispondenza degli stessi punti d'acqua per i quali sono previste le misure quantitative, al fine di analizzare i caratteri di interdipendenza tra aspetti quantitativi e qualitativi nei diversi contesti idrogeologici esaminati
- ❖ **Analisi microbiologiche** - Escherichia Coli, Coliformi Fecali e Enterococchi Fecali - eseguite in corrispondenza delle principali sorgenti e dei principali campi-pozzi
- ❖ **Analisi isotopiche** eseguite in corrispondenza di tutte le sorgenti ed i campi-pozzi e/o pozzi principali; in particolare si intende rilevare la presenza di isotopi stabili dell'Ossigeno ( $\delta^{18}\text{O}$ ) e del Deuterio ( $\delta^2\text{H}$ ) e di isotopi radioattivi, quale il Tritio ( $^3\text{H}$ )



## Analisi eseguite 2/2

- ❖ **Analisi biomolecolari:** tali indagini sono circoscritte alle **sole emergenze sorgive** in quanto **l'efficacia** dell'approccio è subordinato alla **disamina di comunità microbiche attribuibili al solo sistema naturale** (l'acquifero), senza "contaminazioni" indotte da infrastrutture antropiche. Infatti, le comunità microbiche sono state **utilizzate** quali **traccianti naturali**, in associazione ai più tradizionali traccianti isotopici.





## Quadro sinottico degli aspetti principali esaminati

(ai fini della Perimetrazione delle Aree di Salvaguardia)

COORD. SCIENTIFICO  
PROF. DOTT. F. CELICO

Attività

Metodologia

Prodotti forniti

### Strumenti

Chimico-Fisici

Isotopici

Microbiologici

Biomolecolari

### Parametri

Parametri fisici labili

Ioni maggiori e minori

Isotopi stabili ( $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ )

Isotopi radioattivi ( $^3\text{H}$ )

Coliformi fecali

Enterococchi fecali

DGGE & FPQuest

### Potenzialità

Caratteristiche Litologiche dei Bacini

Meccanismi di Ricarica degli Acquiferi

Frammentazione delle Idrostrutture

Quote medie di Infiltrazione

Interazione con Corpi Idrici Superficiali

Processi di Evaporazione

Tempi Medi di Residenza

Interazione con Contaminanti Fecali

Distanza delle fonti di Contaminazione

Frammentazione delle Idrostrutture

## Approfondimenti nelle Aree Pilota

Aree pilota campi pozzi di

**Prato Cardillo** (Castel di Sangro)

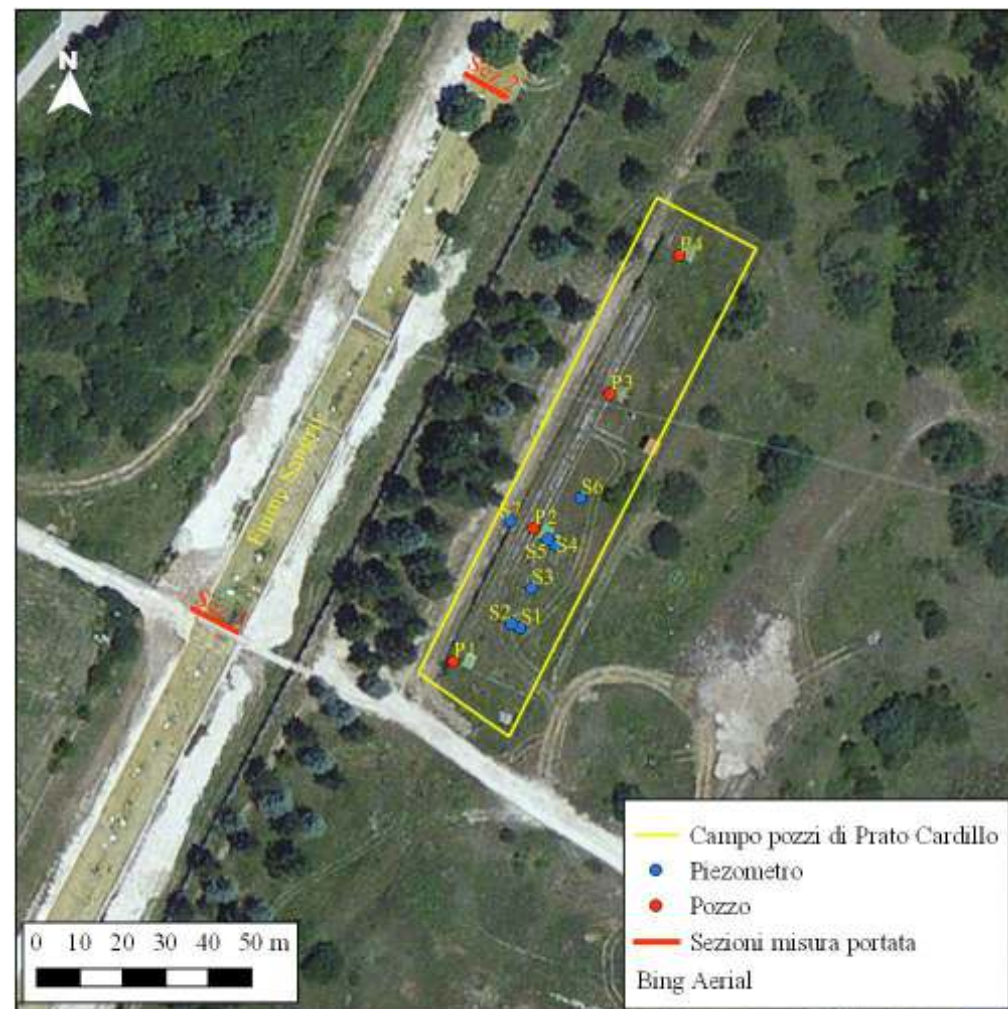
**Mortaio d'Angri** (Farindola)

- ❖ esecuzione di n° 2 prove di pompaggio a portata costante di lunga durata nei campi pozzi Prato Cardillo e Mortaio D'Angri
- ❖ esecuzione di n° 2 prove di pompaggio a portata variabile nei campi pozzi Prato Cardillo e Mortaio D'Angri

Le prove sono state avviate il giorno 18 luglio 2016 e si sono concluse il 29 luglio 2016

## Prato Cardillo

- ❖ n° 5 sondaggi geognostici a distruzione di nucleo;
- ❖ n° 1 sondaggio a distruzione di nucleo fino a quota -10.0 m e fino a 23.4 m a carotaggio continuo;
- ❖ n° 1 sondaggio geognostico a carotaggio continuo spinto fino alla profondità di 12.0 m dal p.c.;
- ❖ n° 13 prove di permeabilità tipo Lefranc;
- ❖ installazione di n° 7 piezometri di tipo tubo aperto di diametro pari a 3";
- ❖ esecuzione di un rilievo topografico di dettaglio.



Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —



## Prato Cardillo

- ❖ Esecuzione di n° 6 campagne di misura dei livelli nei pozzi e piezometri prima, durante e dopo ogni prova di pompaggio di pompaggio
- ❖ Esecuzione di n° 10 misure di portata sul fiume Sangro, durante le prove di pompaggio, in due sezioni ubicate a monte e a valle del campo pozzi di Prato Cardillo
- ❖ Prelievo di n° 6 campioni d'acqua nel corso di ciascuna prova, per analisi chimico-fisiche (maggiori ioni)
- ❖ Prelievo di n° 6 campioni d'acqua nel corso di ciascuna prova, per analisi isotopiche (ossigeno e deuterio)

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —





## Perimetrazione delle aree di salvaguardia

I criteri di perimetrazioni stabiliti dal D.Lgs. 152/2006 sono:

- ❖ geometrico;
- ❖ temporale;
- ❖ Idrogeologico.

Tuttavia non così agevole risulta la loro applicazione ai casi pratici che di volta in volta si presentano.

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —

## Perimetrazione delle aree di salvaguardia

Questo lavoro ha cercato di elaborare e di fornire le linee guida che consentono di comprendere in che modo è possibile applicare diversi approcci alla delimitazione delle aree di salvaguardia, basandosi:

- ❖ sui dati esistenti;
- ❖ sugli scenari idrogeologici riscontrati;
- ❖ sulle peculiarità del tipo di opera utilizzata per captare le risorse idriche (pozzo o sorgente).

Tutto quanto in seguito delineato è in ogni caso tarato su un approccio estremamente operativo e **sviluppato a scala regionale**, con delimitazione e restituzione dei risultati in scala 1:50.000.

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —

## Elaborazione dei dati 1/2

I dati raccolti hanno consentito di :

- ❖ **verificare la bontà degli schemi idrodinamici** ereditati dalla letteratura scientifica, edita e inedita, con particolare riferimento ai caratteri di compartimentazione delle idrostrutture carbonatiche principali (*compartimentazione che gioca un ruolo determinante nella perimetrazione di aree di salvaguardia i cui limiti sono funzione innanzitutto dei limiti idrogeologici degli acquiferi che alimentano la risorsa captata ed oggetto di perimetrazione*);
- ❖ **approfondire le conoscenze circa i tempi di residenza medi delle acque sotterranee all'interno dei principali acquiferi;** tempi di residenza che favoriscono una maggiore o minore autodepurazione di eventuali sostanze contaminanti permeate nei corpi idrici sotterranei, per effetto (i) dell'interazione contaminante – roccia, (ii) dell'attivazione di processi biogeochimici, (iii) della diluizione indotta dalla dispersione nel mezzo saturo;

Attività

Metodologia

Prodotti forniti

## Elaborazione dei dati 2/2

- ❖ **affinare le conoscenze circa l'influenza o meno di circuiti idrici sotterranei** (e di potenziale trasporto di contaminanti) rapidi e più o meno concentrati sull'alimentazione delle risorse oggetto di captazione e di perimetrazione delle aree di salvaguardia;
- ❖ **affinare le conoscenze circa l'influenza o meno di corpi idrici superficiali** (più facilmente contaminabili) sull'alimentazione delle risorse oggetto di captazione e di perimetrazione delle aree di salvaguardia;
- ❖ **aumentare le conoscenze dirette circa l'esistenza o meno di fenomeni di contaminazione**, mediante la disamina dei parametri chimici e microbici investigati.

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —

COORD. SCIENTIFICO  
PROF. DOTT. F. CELICO

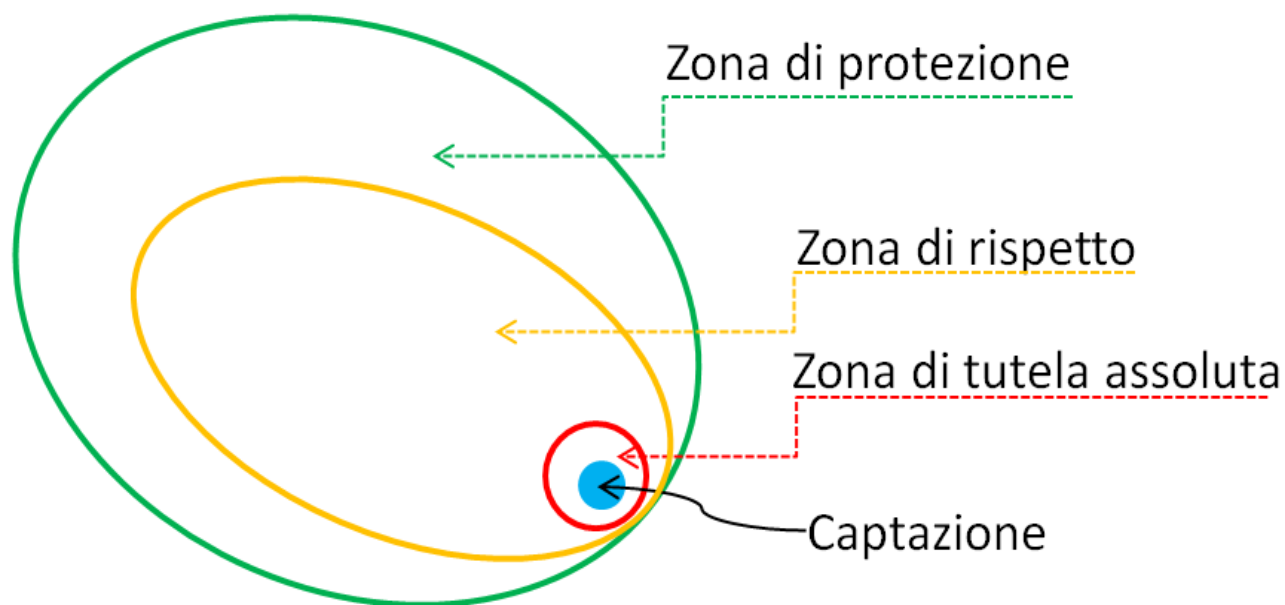
3TI PROGETTI ITALIA  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.



## Perimetrazione delle aree di salvaguardia

Il D. Lgs. 152/06 distingue le Aree di salvaguardia in:

- ❖ zone di tutela assoluta - ZTA;
- ❖ zone di rispetto (ristrette e/o allargate) – ZRr e ZRall;
- ❖ zone di protezione - ZP



Attività

Metodologia

Prodotti forniti

## Pozzi attestati in acquiferi alluvionali di pianura o a bassa pendenza

COORD. SCIENTIFICO  
PROF. DOTT. F. CELICO

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —

Se sono disponibili le informazioni necessarie per applicare approcci numerici (modelli di simulazioni inclusi), si applica il **criterio temporale con relativa ricostruzione delle isocrone**; in tal caso,

- ❖ la Zona di Rispetto ristretta (ZRr) viene delineata lungo l'isocrona dei **60 giorni**,
- ❖ la Zona di Protezione (ZP) lungo l'isocrona dei **360 giorni**.

*Si precisa che l'isocrona rappresenta il tempo di arrivo di un inquinante al punto di prelievo, per sola convezione, ovvero seguendo le linee principali di flusso delle acque sotterranee.*



# Pozzi attestati in acquiferi alluvionali di pianura o a bassa pendenza

COORD. SCIENTIFICO  
PROF. DOTT. F. CELICO

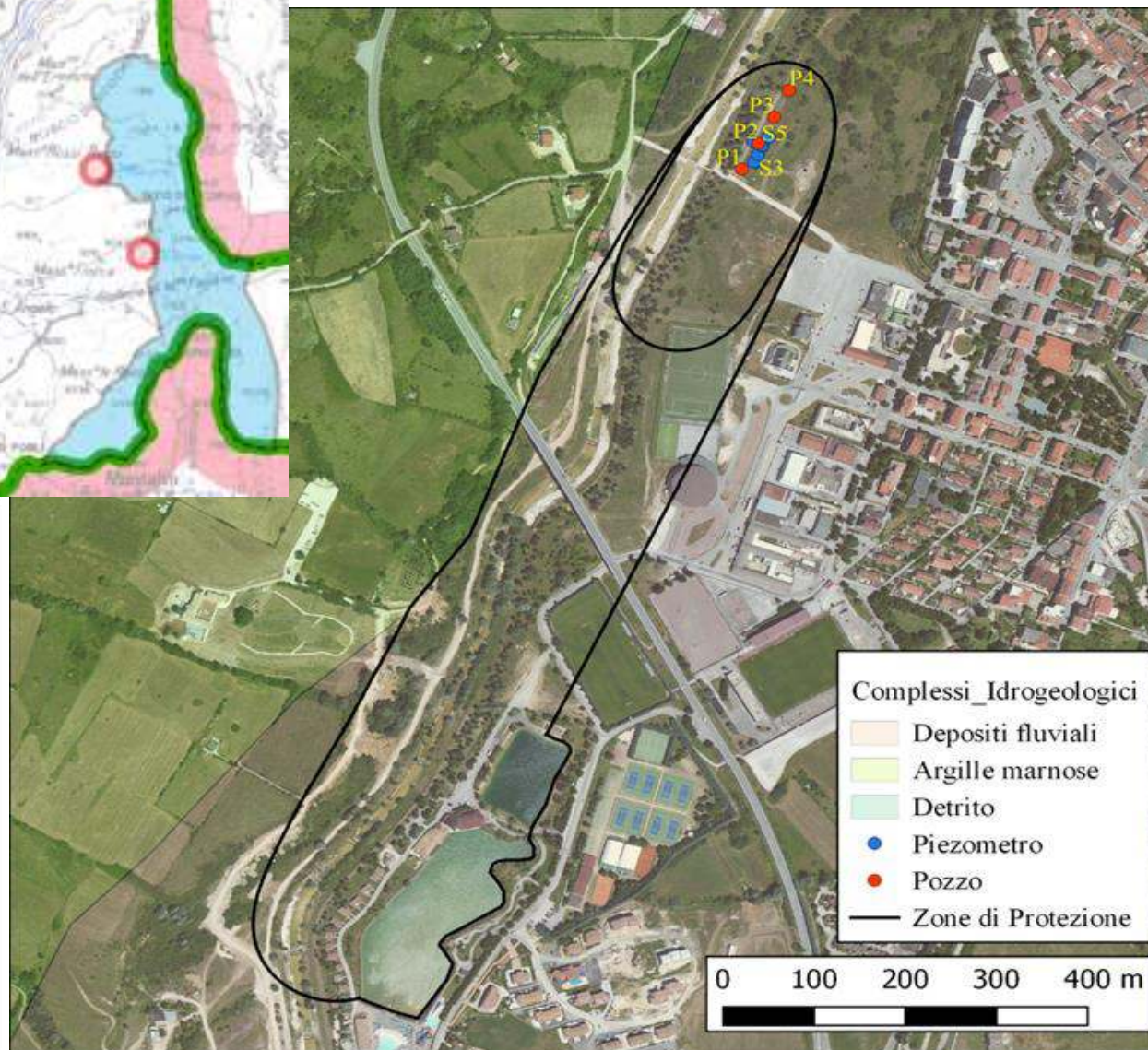
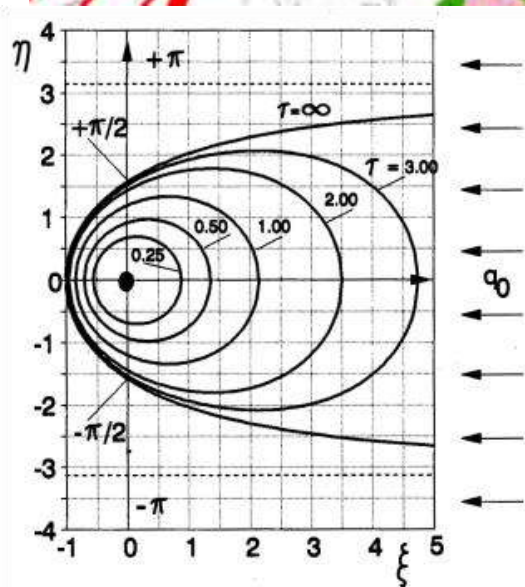
Attività

Metodologia

Prodotti forniti



Area Pilota  
Castel di Sangro



## Pozzi attestati in acquiferi alluvionali di pianura o a bassa pendenza

Se non sono disponibili le informazioni necessarie per applicare approcci numerici, si applica il **criterio geometrico**, perimetrando la

- ZRr entro un raggio di 200 metri dalla captazione
- ZP come tubo di flusso allungato per 1 km (sulla base degli approfondimenti fatti a Castel di Sangro), e **comunque determinato sulla base dei dati a disposizione**, a monte idrogeologico dell'opera di captazione.

Attività

Metodologia

Prodotti forniti



## Pozzi e sorgenti attestati in acquiferi carbonatici montuosi

Si applica un insieme di **criterio geometrico** e di **criterio idrogeologico**.

Non si applica il criterio temporale, in quanto non sarebbero realizzabili efficaci piezometri di monitoraggio e controllo lungo le isocrone.

Attività —●

Metodologia —●

Prodotti forniti —●

## Pozzi e sorgenti attestati in acquiferi carbonatici montuosi

In particolare:

- ❖ la lettura dei **dati biomolecolari** consente di individuare **strutture omogenee e non** all'interno del medesimo corpo idrico sotterraneo;
- ❖ una consistente **differenza spaziale** di **Enterococchi Fecali**, il loro diffuso **incremento nel tempo** e la loro **distribuzione spaziale non uniforme**, associata a **variazioni temporali di  $\delta^{18}\text{O}$**  significative evidenziano
  - ✓ la presenza di circuiti sotterranei diversificati
  - ✓ una non uniformità di risposta alla ricarica;
  - ✓ un impatto significativo di circuiti brevi;

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —

## Pozzi e sorgenti attestati in acquiferi carbonatici montuosi

- ❖ una **disuniforme contaminazione** fecale è indice di un disuniforme impatto di fonti fecali e della presenza di circuiti brevi localizzati;
- ❖ una **significativa differenza in contenuto di Tritio** e una **correlazione lineare tra contenuto di Tritio ed Enterococchi Fecali** evidenziano una diversificazione dei tempi di residenza nell'acquifero, la coesistenza di circuiti lunghi e brevi e una salinità influenzata dal tempo di residenza.

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —



## Pozzi e sorgenti attestati in acquiferi carbonatici montuosi

Sulla base di queste osservazioni, si può desumere che le aree di salvaguardia vengano configurate come segue:

- ❖ **Zona di Rispetto ristretta (ZRr)** entro un raggio di 200 metri dalla captazione, tenendo in considerazione le caratteristiche idrauliche dei complessi idrogeologici circostanti; in altre parole, eventuali depositi a bassissima permeabilità possono essere esclusi dalla perimetrazione;

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —

## Pozzi e sorgenti attestati in acquiferi carbonatici montuosi

- ❖ **Zona di Rispetto allargata (ZRa1)** lungo i limiti del bacino sotterraneo che alimenta la risorsa captata (ivi inclusi eventuali corpi detritici frapposti tra la captazione e l'idrostruttura carbonatica), nei casi in cui:
  - il contenuto di Trizio indichi tempi di residenza medi delle acque sotterranee molto bassi (contenuto di Trizio  $\geq 4.0$  Unità Trizio – UT) ed al contempo un contenuto isotopico di  $\delta^{18}\text{O}$  e/o  $\delta\text{D}$  stabile nel tempo;
  - il contenuto isotopico di  $\delta^{18}\text{O}$  e/o  $\delta\text{D}$  mostri fluttuazioni significative nel tempo, in assenza di aree endoreiche e circuiti carsici all'interno del bacino di alimentazione

Attività

Metodologia

Prodotti forniti

## Pozzi e sorgenti attestati in acquiferi carbonatici montuosi

- ❖ **Zone di Protezione (ZP)** lungo i limiti del bacino sotterraneo che alimenta la risorsa captata (ivi inclusi eventuali corpi detritici frapposti tra la captazione e l'idrostruttura carbonatica), nei casi in cui il contenuto di Trizio indichi tempi di residenza medi delle acque sotterranee relativamente lunghi (contenuto di Trizio < 4.0 UT) ed al contempo un contenuto isotopico di  $\delta^{18}\text{O}$  e/o  $\delta\text{D}$  stabile nel tempo

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —



## Pozzi e sorgenti attestati in acquiferi carbonatici montuosi

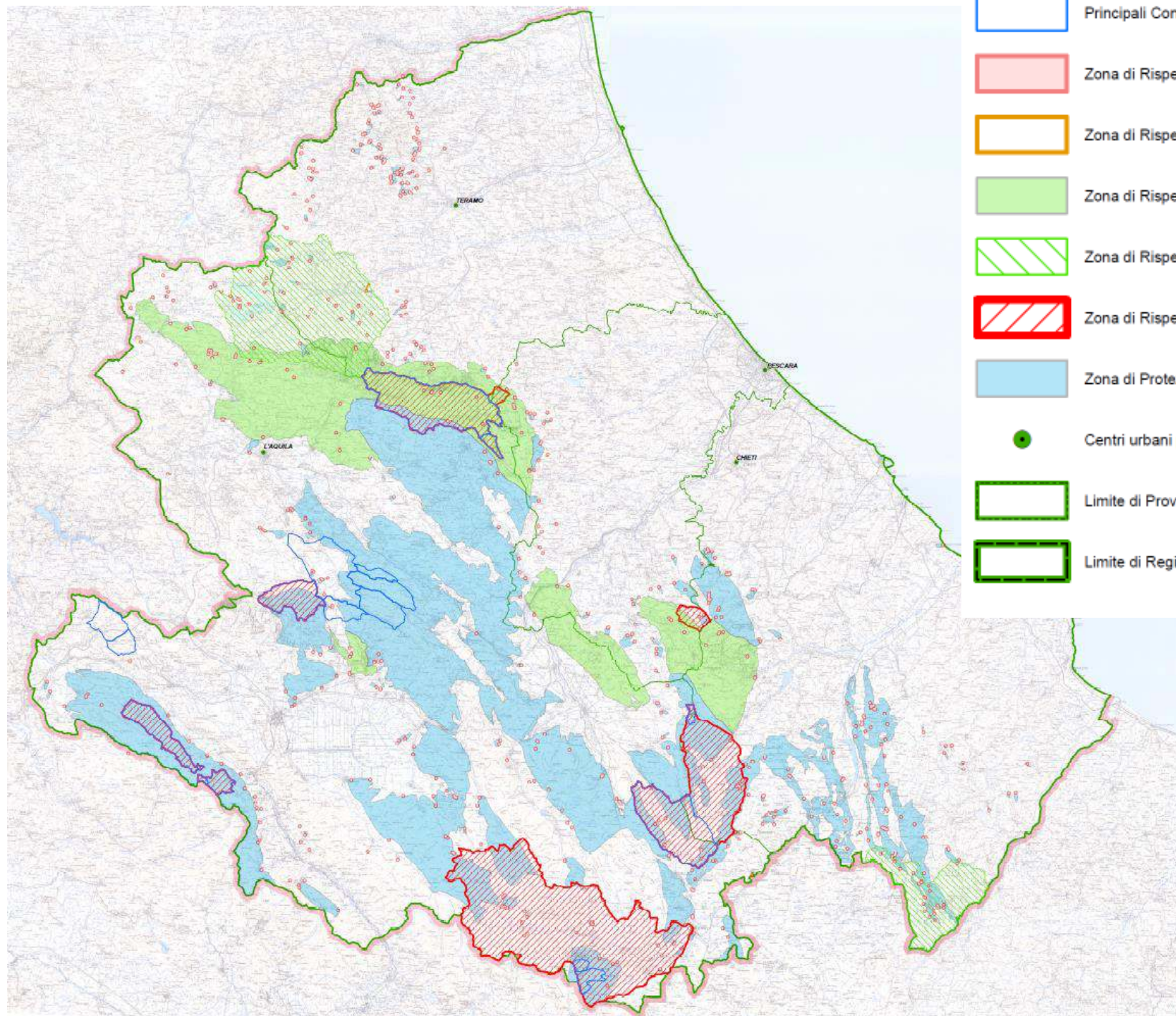
### ❖ Zona di rispetto aggiuntiva – ZRagg:

- ✓ lungo i **limiti delle conche endoreiche** eventualmente esistenti nel bacino di alimentazione della risorsa captata;
- ✓ nei casi in cui le sorgenti siano **alimentate** anche da acque di **corpi idrici superficiali**, lungo i **limiti del bacino imbrifero del corso d'acqua**, fino alla sezione ultima di infiltrazione (totale o parziale) delle acque fluviali verso la captazione.

Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —

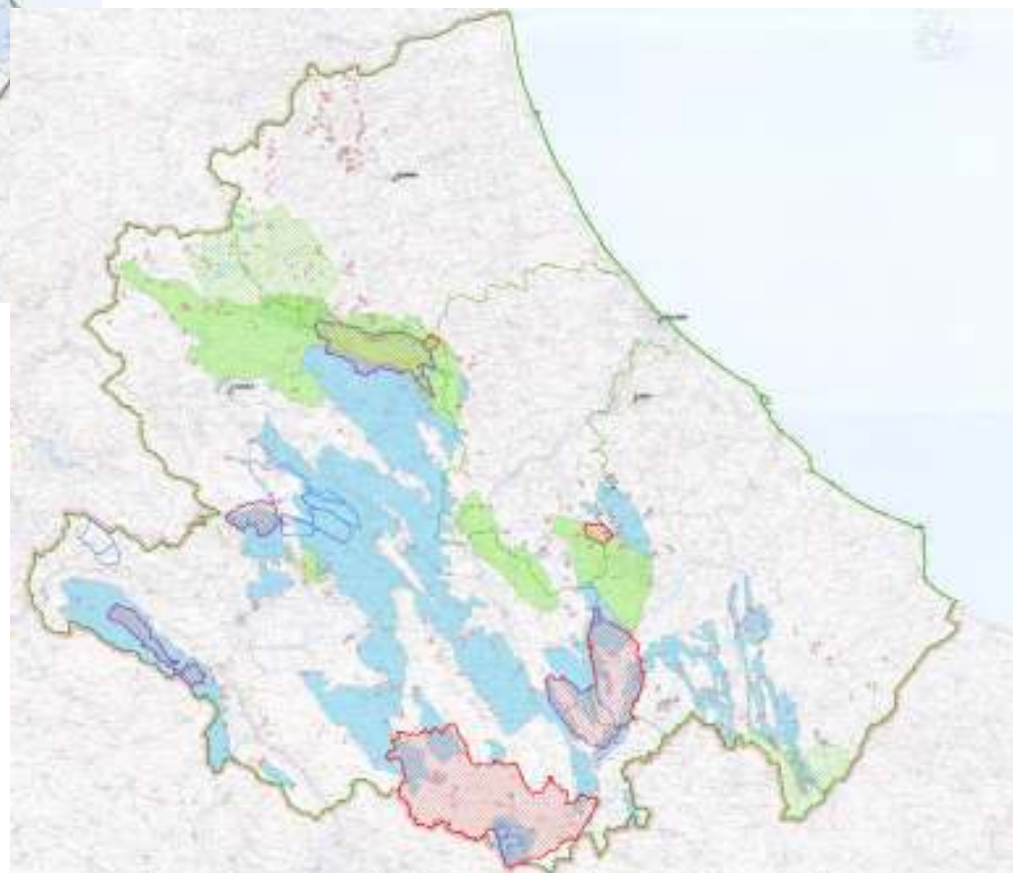




## Carta idrogeologica



## Aree di salvaguardia



Attività —

Metodologia —

Prodotti forniti —



## Proposta di normativa tecnica

Nella “Proposta di Normativa tecnica per la gestione delle Aree di Salvaguardia nella fase transitoria e a regime” vengono sviscerati gli aspetti legislativi per la gestione delle aree in funzione della presenza di centri di pericolo.

**Riferimento normativo art. 94 del D.Lgs. 152/2006 e  
PTA Regione Abruzzo**

[PROPOSTA](#)

**Grazie per l'attenzione**

**PROF. DOTT. FULVIO CELICO**

**3TI PROGETTI ITALIA**  
INGEGNERIA INTEGRATA S.p.A.

