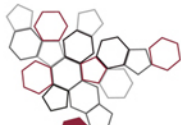




ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



**Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente**



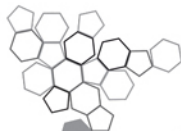
Linee guida recanti la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo per i corpi idrici sotterranei (DM 6 luglio 2016)



MANUALI E LINEE GUIDA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



**Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente**



Linee guida recanti la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo per i corpi idrici sotterranei (DM 6 luglio 2016)

Informazioni legali

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), le Agenzie Provinciali per la Protezione dell'Ambiente (APPA) e le persone che agiscono per loro conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questo manuale.

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Via Vitaliano Brancati, 48 – 00144 Roma

www.isprambiente.gov.it

ISPRA, Manuali e Linee Guida 155/2017

ISBN 978-88-448-0830-3

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Elaborazione grafica

ISPRA

Grafica di copertina: Franco Iozzoli

Foto di copertina: Frano Iozzoli, Maurizio Guerra

Coordinamento pubblicazione on line:

Daria Mazzella

ISPRA – Area comunicazione

Giugno 2017

Autori

Stefano Ghergo (CNR-IRSA)
Maurizio Guerra (SNPA-ISPRA)
Marco Marcaccio (SNPA-ARPAE Emilia-Romagna)
Stefano Menichetti (SNPA-ARPA Toscana)
Daniele Parrone (CNR-IRSA)
Elisabetta Preziosi (CNR-IRSA)

ABBREVIAZIONI	
CIS	Corpo idrico sotterraneo
DB	Data base
ds	dataset
LOD	Limite di rilevabilità (<i>Limit of detection</i>)
LOQ	Limite di quantificazione (<i>Limit of quantification</i>)
MC	Modello concettuale
N	Numero delle stazioni di campionamento che afferiscono ad un dataset
n	Numero di osservazioni che costituiscono una serie temporale di una data stazione di campionamento.
O _{tot}	Numero di osservazioni totali che afferiscono ad un dataset
VFN	Valore di fondo naturale
VS	Valori soglia
SC	Stazione di campionamento

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3. PROCEDURA PER IL CALCOLO DEL VALORE DI FONDO	5
3.1 Programmazione, acquisizione ed analisi preliminare dei dati (Box 1-7)	7
3.1.1 <i>Definizione del modello concettuale (Box 1).....</i>	7
3.1.2 <i>Progettazione e realizzazione del piano di campionamento ed analisi (Box 2).....</i>	8
3.1.3 <i>Analisi preliminare dei dati (Box 3).....</i>	9
3.1.4 <i>Individuazione di facies idrochimiche (Box 4).....</i>	9
3.1.5 <i>Aggiornamento del modello concettuale (Box 5)</i>	9
3.1.6 <i>Pre - selezione (Box 6)</i>	10
3.1.7 <i>Organizzazione della banca dati (Box 7).....</i>	10
3.2 Analisi dei dati relativa a ciascun parametro di interesse (Box 8-14).....	11
3.2.1 <i>Analisi temporale</i>	11
3.2.2 <i>Analisi spaziale.....</i>	14
3.3 Valutazione della consistenza del dataset (Box 15-19).....	14
3.4 Determinazione dei VFN per i dataset (Box 20-25)	15
3.4.1 <i>Determinazione dei VNF per i dataset ricadenti nei casi A e B (Box 22 e 23).</i>	15
3.4.2 <i>Determinazione dei VNF per i dataset ricadenti nel caso C (Box 24).....</i>	15
3.4.3 <i>Determinazione dei VNF per i dataset ricadenti nel caso D. (Box 21-25).....</i>	16
3.5 <i>Definizione dei livelli di confidenza.....</i>	16
3.6 <i>Determinazione dei VNF del CIS (Box 27).....</i>	17
3.7 <i>Aggiornamento dei VFN</i>	17
4. BIBLIOGRAFIA	18
 ALLEGATO 1: SCHEDA RIASSUNTIVA DELLE INFORMAZIONI E DELLE PROCEDURE UTILIZZATE PER IL CALCOLO DEI VALORI DI FONDO NATURALE.....	 19

1. PREMESSA

La presente linea guida è stata redatta in ottemperanza alle disposizioni dell'allegato 1 alla parte terza del D.lgs 152/2006, come modificato dall'art. 1 del DM 6 luglio 2016 "Recepimento della direttiva 2014/80/UE della commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento". L'allegato 1 infatti stabilisce che: "Al fine di fornire gli elementi utili alla valutazione dello stato chimico dei corpi idrici sotterranei, sono rese disponibili le seguenti linee guida nazionali predisposte dagli istituti scientifici nazionali di riferimento: - una linea guida recante la procedura da seguire per il calcolo dei valori di fondo entro il 31 dicembre 2016."

La linea guida riporta, oltre alla procedura per la determinazione dei valori di fondo naturale (VFN), un metodo per l'attribuzione del livello di affidabilità (alto, medio, basso, molto basso) della determinazione ottenuta, in funzione della quantità di dati disponibili e, più in generale, del livello conoscitivo del CIS (corpo idrico sotterraneo) esaminato.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento

Art.2(5) (definizioni) :

"**concentrazione di fondo**": la concentrazione di una sostanza o il valore di un indicatore in un corpo idrico sotterraneo corrispondente all'assenza di alterazioni antropogeniche, o alla presenza di alterazioni estremamente limitate, rispetto a condizioni inalterate;

Allegato II, Parte A(3)

3. Laddove elevati **livelli di fondo** di sostanze o ioni, o loro indicatori, siano presenti per motivi idrogeologici naturali, tali livelli di fondo nel pertinente corpo idrico sono presi in considerazione nella determinazione dei valori soglia.

- Decreto legislativo 16 marzo 2009, n.30 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento".

Art.2(1) (Definizioni)

b) valore soglia: lo standard di qualità ambientale delle acque sotterranee stabilito a livello nazionale conformemente alle disposizioni dell'articolo 3, comma 3; valori soglia possono essere definiti dalle regioni limitatamente alle sostanze di origine naturale sulla base del **valore di fondo**;

h) **concentrazione di fondo**: la concentrazione di una sostanza o il valore di un indicatore in un corpo idrico sotterraneo corrispondente all'assenza di alterazioni antropogeniche o alla presenza di alterazioni estremamente limitate rispetto a condizioni inalterate;

- Decreto legislativo 3 aprile 2006 n.152 - Allegato 1 alla parte terza come modificato dal DM 6 luglio 2016 (Recepimento della direttiva 2014/80/UE della commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della direttiva 2006/118/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento)

Parte A, paragrafo A.2, punto 2 "Laddove elevati livelli di fondo di sostanze o ioni, o loro indicatori, siano presenti per motivi idrogeologici naturali, tali livelli di fondo nel pertinente corpo idrico sono presi in considerazione nella determinazione dei valori soglia. Nel determinare i livelli di fondo, è opportuno tenere presente i seguenti principi:

a) la determinazione dei livelli di fondo dovrebbe essere basata sulla caratterizzazione di corpi idrici sotterranei in conformità dell'allegato 1 del decreto legislativo 16 marzo 2009, n. 30, e sui risultati del monitoraggio delle acque sotterranee, conformemente al presente

allegato. La strategia di monitoraggio e l'interpretazione dei dati dovrebbero tenere conto del fatto che condizioni di flusso e la chimica delle acque sotterranee presentano variazioni a livello laterale e verticale;

b) in caso di dati di monitoraggio limitati, dovrebbero essere raccolti ulteriori dati. Nel contempo si dovrebbe procedere a una determinazione dei livelli di fondo basandosi su tali dati di monitoraggio limitati, se del caso mediante un approccio semplificato che prevede l'uso di un sottoinsieme di campioni per i quali gli indicatori non evidenziano nessuna influenza risultante dall'attività umana. Se disponibili, dovrebbero essere tenute in considerazione anche le informazioni sui trasferimenti e i processi geochimici;

c) in caso di dati di monitoraggio delle acque sotterranee insufficienti e di scarse informazioni in materia di trasferimenti e processi geochimici, dovrebbero essere raccolti ulteriori dati e informazioni. Nel contempo si dovrebbe procedere a una stima dei livelli di fondo, se del caso basandosi su risultati statistici di riferimento per il medesimo tipo di falda acquifera in altri settori per cui sussistono dati di monitoraggio sufficienti.”

Nel presente documento per la quantificazione del fondo chimico dei CIS è adottato il termine “valori di fondo” concordemente a quanto richiesto nel citato allegato 1 alla parte terza del D.lgs 152/2006 e alla letteratura tecnica di settore (ISO 19258:2005 ,APAT-ISS 2006, ISPRA 2009, SNPA 2017). Più esplicitamente, ed in coerenza con la citata normativa detti “valori di fondo” riferendosi ad un contesto di naturalità o comunque di “alterazioni estremamente limitate rispetto a condizioni inalterate” sono intesi quali “valori di fondo naturale (VFN)”.

3. PROCEDURA PER IL CALCOLO DEL VALORE DI FONDO

I valori di fondo richiamati nell'allegato 1 alla parte terza del D.lgs 152/2006 sono legati a motivi idrogeologici naturali; pertanto si assume che la presente procedura si riferisca ai valori di fondo naturale, interessando quasi esclusivamente ¹ le sostanze inorganiche naturalmente presenti nelle acque sotterranee ed escludendo le sostanze di origine antropica.

Si rammenta che, trattandosi di un processo naturale, le grandezze che lo descrivono sono soggette alla naturale variabilità dei fenomeni idro-geochimici nonché a quella dovuta all'errore sperimentale. Di tale variabilità si dovrà tenere conto nel definire il VFN.

In Figura 1 è schematizzata la procedura per la determinazione dei valori di fondo per i CIS. Nelle sezioni successive sono descritti, nel dettaglio, i singoli passaggi.

¹ In determinate circostanze l'origine naturale di sostanze organiche presenti nelle acque sotterranee non può essere esclusa. Ad esempio, studi condotti nelle acque sotterranee in un'area della Toscana settentrionale, caratterizzata da una estesa copertura boschiva e da una scarsissima antropizzazione del bacino (assenza di attività produttive, sporadici insediamenti abitativi), indicano la presenza di cloroformio presumibilmente prodotto da processi naturali in concentrazioni comprese fra 0,1 e 0,8 µg/l.

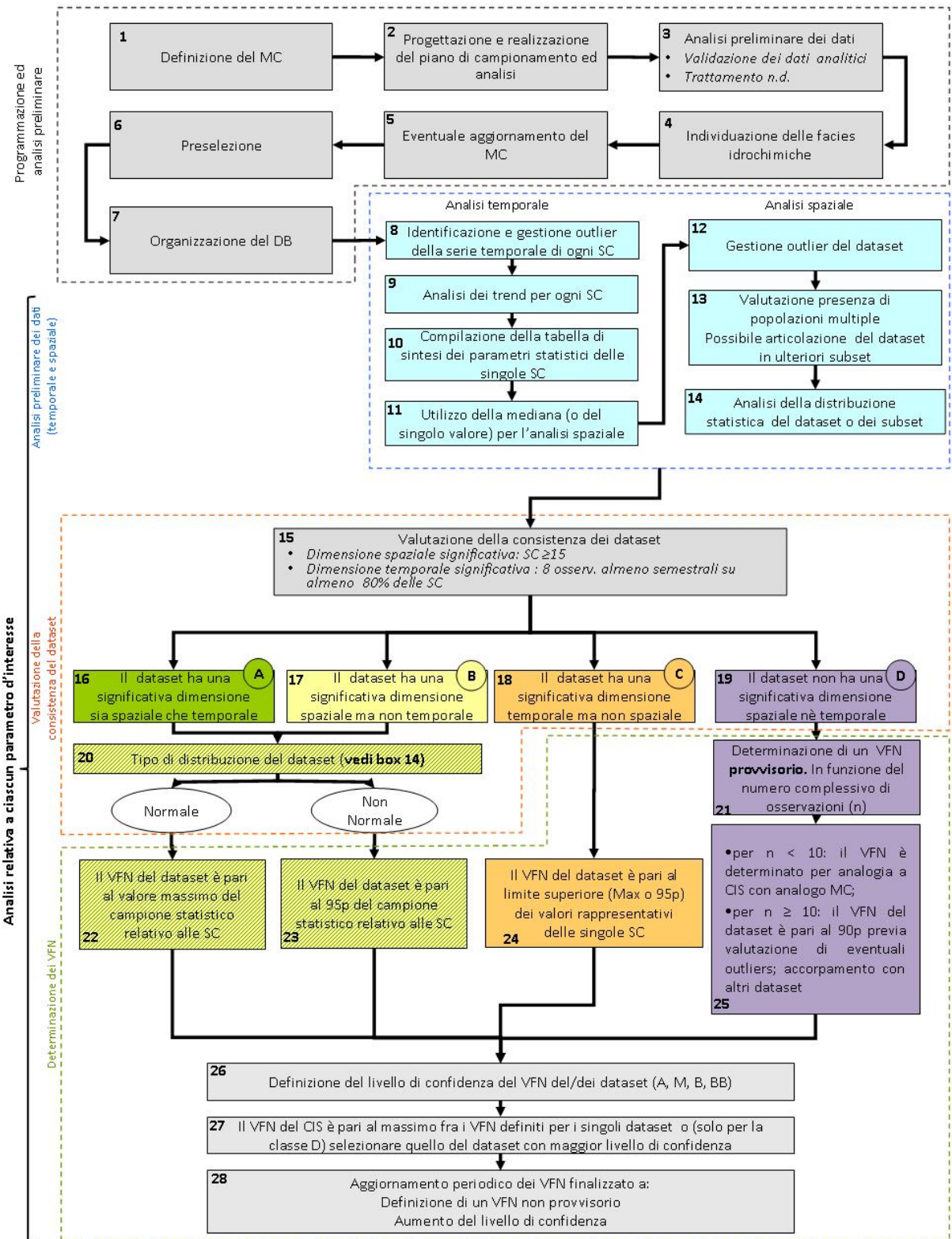


Figura 1. Schema della procedura per la determinazione dei valori di fondo per i corpi idrici sotterranei. Abbreviazioni: MC modello concettuale, SC stazione di campionamento, VFN Valore di fondo naturale, CIS corpo idrico sotterraneo. Per i livelli di confidenza : A alto, M medio, B basso, BB molto basso.

3.1 Programmazione, acquisizione ed analisi preliminare dei dati (Box 1-7)

3.1.1 Definizione del modello concettuale (Box 1)

La presente linea guida si applica ai corpi idrici sotterranei già identificati ai sensi dell'Allegato 1 del Decreto legislativo 30/2009 di recepimento della Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 12 dicembre 2006, sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento.

In accordo con quanto riportato nel citato Allegato 1, il modello concettuale (MC) rappresenta “*il sistema delle acque sotterranee sulla base delle conoscenze delle caratteristiche naturali (tipo di acquifero, struttura tridimensionale, condizioni idrauliche ed al contorno) e delle pressioni e degli impatti*”.

La definizione del modello concettuale, qualora non ancora realizzato, è ottenuta combinando le informazioni relative all'assetto geologico/idrogeologico e alla valutazione delle pressioni antropiche. Il MC fornisce gli elementi necessari all'identificazione dei punti di indagine (pozzi esistenti, pozzi di monitoraggio, ecc.) idonei per lo studio dei valori di fondo e all'interpretazione dei dati.

Raccolta dati. La prima fase della ricostruzione del MC, consiste nella raccolta delle informazioni disponibili riguardanti sia gli aspetti geologici/idrogeologici sia la presenza di potenziali fonti di contaminazione. Per questo scopo potranno essere analizzati anche gli studi e le ricerche condotte da Istituti pubblici, Università, soggetti privati che contengano informazioni sullo stato ambientale dell'area come, ad esempio:

- studi riguardanti l'assetto geologico-strutturale e le conoscenze idrogeologiche ed idrochimiche;
- indagini geologiche - geognostiche (carotaggi, prove penetrometriche, ecc.);
- censimento pozzi;
- dati idrogeologici (misure piezometriche, prove idrogeologiche in pozzo, analisi idrochimiche, ecc.);
- dati meteorologici;
- analisi chimiche dei suoli e delle falde;
- carte dell'uso del suolo;
- dati riguardanti le attività industriali.

Tutti i dati idrochimici raccolti e ritenuti idonei e confrontabili con i dati del monitoraggio verranno inseriti ed organizzati in un data-base georeferenziato per le successive elaborazioni.

Ricostruzione dell'assetto geologico e idrogeologico. Ai fini della ricostruzione del modello geologico e idrogeologico del CIS, dovranno essere presi in considerazione i seguenti aspetti:

- ricostruzione dell'assetto idrostratigrafico, anche mediante sezioni geologiche interpretative;
- identificazione dell'acquifero;
- delimitazione spaziale dell'acquifero - spessore, profondità della superficie piezometrica, eventuali variazioni connesse alle maree; sistemi multistrato o multifalda;
- direzioni di deflusso delle acque sotterranee e gradiente idraulico;
- definizione dei parametri idrogeologici: trasmissività, immagazzinamento, permeabilità;
- caratteristiche idrochimiche delle acque sotterranee;
- i parametri chimici e fisici (es. pH, Eh, T, ossigeno disciolto, conducibilità elettrica) che influenzano la diffusione ed il trasporto delle specie chimiche di interesse;
- valutazione di eventuali flussi tra acquiferi confinanti e tra acquiferi e corpi idrici superficiali (fiumi, laghi, acque di transizione e marino costiere);

-
- valutazione dello stato qualitativo e quantitativo del CIS.

La ricostruzione potrà essere presentata mediante relazioni ed elaborazioni grafiche, quali ad esempio:

- ubicazione punti d'acqua censiti;
- carta delle curve isopiezometriche;
- sezioni idrogeologiche esplicative;
- carta delle facies idrochimiche e della qualità delle acque.

Valutazione delle pressioni antropiche. Per la valutazione delle pressioni che possono causare una variazione dello stato qualitativo dell'acqua si procederà alla verifica della presenza e della ubicazione delle aree maggiormente antropizzate. In questa fase saranno valutate le analisi delle pressioni e degli impatti condotte per i corpi idrici secondo i criteri di cui all'allegato 1, parte B al Decreto Legislativo 30/2009 e nel dettaglio:

- ubicazione di tutte le sorgenti di contaminazione attive o potenziali, presenti all'interno dell'area in studio ovvero all'esterno ma che impattino sull'area stessa;
- tipologia ed estensione delle sorgenti di contaminazione;
- profondità delle sorgenti di contaminazione rispetto alla superficie topografica e alla superficie piezometrica.

3.1.2 Progettazione e realizzazione del piano di campionamento ed analisi (Box 2)

Il piano di campionamento progettato sulla base del MC prevede:

- l'individuazione delle stazioni di campionamento (pozzi/piezometri, sorgenti) ubicate in zone idonee e con caratteristiche adeguate alla caratterizzazione del sistema in studio. Qualora fosse necessario realizzare nuovi punti, la loro ubicazione e modalità costruttive (es. profondità, posizionamento dei filtri) saranno anch'esse guidate dal modello concettuale;
- eventuali ulteriori campagne di monitoraggio delle stazioni di campionamento precedentemente individuate, finalizzate ad individuare la variabilità legata alle naturali oscillazioni temporali naturali;
- l'eventuale prelievo di campioni replicati, di "campioni ciechi", di bianco di campo al fine di verificare l'affidabilità delle procedure di campionamento, conservazione ed analisi del campione.

Procedure di campionamento. Per rispettare i criteri di rappresentatività e riproducibilità dei dati prodotti, le analisi chimiche devono essere effettuate sul campione filtrato (possibilmente in campo). Qualora le indagini *ex novo* vadano ad integrare un set di dati sui quali non è stata eseguita la filtrazione del campione, si potrà valutare di eseguire le analisi sia sul filtrato sia sul tal quale al fine di meglio interpretare i dati pregressi e di verificare l'opportunità di impiegarli per la determinazione dei VFN. Per ulteriori dettagli circa le modalità di campionamento e conservazione del campione si veda IRSA-CNR, 2017.

Parametri minimi da determinare. I parametri da acquisire nelle campagne di campionamento comprendono:

- Parametri chimico-fisici: temperatura, potenziale redox, conducibilità elettrica, pH, ossigeno disciolto (da effettuarsi in campo);
- ioni maggiori: sodio, potassio, calcio, magnesio, cloruri, solfati, bicarbonati;
- potenziali indicatori di impatto antropico (es. nitrati, ione ammonio, idrocarburi) scelti in funzione delle problematiche sito-specifiche, risultanti dall'analisi pressioni/impatti, e finalizzati a verificare le condizioni inalterate del sistema;
- analiti di interesse per la determinazione dei VFN.

In funzione della complessità sito specifica potranno essere acquisite ulteriori informazioni geochimiche (es. elementi in tracce, analisi isotopiche).

Metodi analitici. Per tutti gli analiti da determinare, dovranno essere utilizzati metodi di analisi ufficiali riconosciuti a livello nazionale e/o internazionale, conformi ai requisiti di cui agli artt. 78, quinques e 78 sexies del d.lgs 152/06 e che tali metodi facciano riferimento alle più avanzate tecniche di impiego generale.

3.1.3 *Analisi preliminare dei dati (Box 3)*

Validazione. Nella fase di analisi preliminare è valutata l'affidabilità delle procedure di campionamento, conservazione ed analisi del campione sulla base degli esiti dei campioni replicati, o "ciechi", o di bianco di campo. Un altro criterio consiste nel valutare il bilancio ionico condotto sulle specie ioniche maggiori (solitamente K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^-)². Ordinariamente si ritiene accettabile uno scarto del bilanciamento ionico inferiore al 10% (Appelo and Postma, 1993 per il 5% e BRIDGE, 2009 per il 10%). I dati ritenuti poco affidabili sono eliminati dal DB.

Trattamento dei valori minori di LOD, LOQ. Le concentrazioni di alcuni parametri possono risultare inferiori al limite di quantificazione (LOQ) o al limite di rilevabilità (LOD) del metodo analitico con il quale sono stati analizzati. I metodi con cui si trattano queste misure sono funzione del tipo di distribuzione che caratterizza la popolazione, della percentuale con cui essi si registrano nel data set, e della variabilità dei limiti di rilevabilità associati ai dati. In prima istanza si ritiene opportuno associare alle misure <LOQ o <LOD un valore di concentrazione pari rispettivamente a $\frac{1}{2}LOQ$ e $\frac{1}{2}LOD$.

3.1.4 *Individuazione di facies idrochimiche (Box 4)*

Qualora un parametro di cui si vuole determinare il VFN mostri evidenti correlazioni con le caratteristiche chimico fisiche delle acque campionate, sarà opportuno suddividere le osservazioni inerenti quel parametro in dataset distinti da elaborare separatamente e all'interno dei quali dette caratteristiche siano sostanzialmente omogenee. Nelle situazioni più complesse e se il set di dati ha una certa consistenza, si possono adottare metodi di statistica multivariata (cluster analysis, analisi in componenti principali, ecc.)

Pertanto, con particolare riferimento alla definizione dei VFN di elementi redox-sensibili (es. As, Mn, Fe) potranno essere distinti ed elaborati separatamente i dati afferenti a facies idrochimiche ossidanti da quelli afferenti a facies riducenti, riconosciute sulla base delle misure condotte in campo del potenziale redox e dell'ossigeno disciolto.

Analogamente possono essere separati set di dati ascrivibili a facies idrochimiche distinte, sulla base del chimismo principale: (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , da rappresentare tramite diagrammi di Piper o similari), della salinità o altri parametri da valutare in base al modello concettuale.

3.1.5 *Aggiornamento del modello concettuale (Box 5)*

L'analisi preliminare dei dati, l'individuazione di eventuali facies idrochimiche che caratterizzano il CIS e le successive elaborazione dei dati anche su base statistica, potranno ulteriormente affinare le conoscenze sul sistema in esame con particolare riferimento ai fattori che presiedono alla distribuzione, nel tempo e nello spazio dei parametri di interesse. In tale evenienza sarà opportuno procedere all'aggiornamento del modello concettuale.

² Bilancio ionico $\Delta\% = \frac{\sum cat - \sum an}{\sum cat + \sum an} \times 100$, dove $\sum cat$ e $\sum an$ sono rispettivamente la somma delle concentrazioni dei cationi (K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+}) e degli anioni (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^-) espresse in mEq/L.

3.1.6 Pre - selezione (Box 6)

Attraverso la pre-selezione sono scartati, in quanto non ritenuti rappresentativi di una situazione pre-antropica, tutti quei punti che mostrano evidenze di impatto antropico, sia per la presenza di markers (nitrati/ammoniaca, sostanze di chiara origine antropica, sostanze che derivano da processi antropici che interessano il CIS in esame, composizione isotopica, ecc.) sia per la prossimità con possibili sorgenti di contaminazione.

La valutazione dell'opportunità di escludere i dati, sia perché non ritenuti rappresentativi del sistema in esame, sia perché ritenuti di scarsa qualità, sia perché potenzialmente affetti da significativi input antropogenici, sarà basata sui seguenti criteri:

- i campioni che mostrano concentrazioni di contaminanti organici, o comunque correlabili ad attività antropica, maggiori del 75% degli standard di qualità/valori soglia previsti dalle Tabelle di riferimento vigenti (Tabella 2 “Standard di qualità” e Tabella 3 “Valori soglia da considerare per la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee”, Allegato 1 della parte III del D.lgs 152/2006, e s.m.i);
- i campioni prelevati in pozzi/piezometri per i quali non è possibile, con i dati a disposizione, verificare la coerenza con il modello concettuale.

In particolare si segnala la necessità di verificare, quale principale marker di contaminazione antropica, la concentrazione anomala di azoto nitrico o ammoniacale. In questo caso si consiglia di utilizzare i seguenti possibili valori soglia da selezionare a seconda delle peculiarità del CIS in esame (condizioni redox prevalentemente positive o negative):

- il livello di riferimento fissato nell'ambito del progetto europeo BRIDGE (Bridge, 2009), pari a 10,0 mg/L per i nitrati (espressi come NO₃-) ed, in analogia, 0,1 mg/L per l'ammoniaca (espressa come NH₄+);
- un limite massimo di 37,5 mg/L per i nitrati e 0,375 mg/L per l'ammoniaca, pari al 75% rispettivamente dello standard di qualità e del valore soglia previsto dalle Tabelle di riferimento vigenti (Tabella 2 “Standard di qualità” e Tabella 3 “Valori soglia da considerare per la valutazione dello stato chimico delle acque sotterranee”, Allegato 1 della parte III del D.lgs 152/2006, e s.m.i).
- una soglia locale individuata tramite opportune tecniche, quali ad esempio metodi grafici (istogrammi di frequenza, box plot, curve di frequenza cumulata e non), il cui valore, salvo casi specifici riconducibili a CIS con ambientazioni geochimiche peculiari, non potrà essere comunque superiore 75% delle rispettive soglie per il consumo umano.

Le difformità dai requisiti sopra enunciati, inclusa la possibilità di recuperare nel dataset i dati relativi a SC risultate affette da contaminazione antropica o difformi dal modello concettuale, dovranno essere opportunamente documentate e verificate, anche mediante l'applicazione di opportuni strumenti statistici.

3.1.7 Organizzazione della banca dati (Box 7)

La banca dati dovrà essere organizzata in modo tale da contenere le seguenti informazioni³:

- *Anagrafica della stazione di campionamento*: coordinate, tipologia punto monitoraggio (pozzo per acqua, pozzetto di monitoraggio o piezometro, sorgente), ricostruzione stratigrafica, profondità del tratto filtrato;

³ Per la realizzazione di un database preliminare di dati ambientali da integrare poi in un GIS, è consigliabile ordinare i dati in un foglio elettronico con parametri in colonna e stazioni di misura/campionamento in riga, ripetute tante volte quante sono le date di campionamento o di misura. Una struttura semplice di questo tipo, che non ricorra a caselle unite o altre formattazioni particolari offerte sempre più spesso dai fogli elettronici, permette poi l'importazione quasi immediata dei dati in un GIS o comunque l'elaborazione dei dati in altri applicativi, ad esempio quelli statistici.

- *Condizioni di campionamento*: profondità di campionamento, data di campionamento, metodo di campionamento, pretrattamento del campione (ad esempio, campione tal quale o filtrato a 0,45 µm, aggiunta di reagenti e/o di preservanti), conservazione e metodi di analisi per ciascun parametro;
- *Dati chimico-fisici*: temperatura, conducibilità elettrica, pH, Eh, ossigeno disciolto, torbidità. Tali parametri permettono di valutare gli equilibri chimici a cui possono partecipare gli analiti in esame e le loro eventuali variazioni caratterizzanti il corpo idrico (es. mobilizzazione dei metalli pesanti): la torbidità, per esempio, può evidenziare, laddove non fosse esplicitamente riportato, le condizioni di campionamento (es. inadeguato spurgo del pozzo) e la presenza di solidi sospesi nel campione;
- *Parametri di interesse*: sono i composti inorganici per i quali si vogliono determinare i valori di fondo nelle acque sotterranee;
- *Composti indicatori di contaminazione antropica* (es. composti del ciclo dell'azoto, idrocarburi ecc.);
- *Facies idrochimica attribuita al campione*: è attribuita considerando le condizioni redox e/o il chimismo principale.

3.2 Analisi dei dati relativa a ciascun parametro di interesse (Box 8-14)

Scopo di questa fase è quello di analizzare, per ogni parametro di interesse di cui si vuole determinare il VFN, la variabilità in termini temporali e spaziali. Il procedimento ha anche lo scopo di individuare eventuali condizioni non riconducibili a condizioni naturali, ovvero di evidenziare condizioni naturali anche molto diverse all'interno del CIS in esame che impattano sulla distribuzione spaziale del parametro considerato. Questa fase comprende le:

- analisi temporale dei dati
- analisi spaziale dei dati.

3.2.1 Analisi temporale

Con l'analisi temporale dei dati si intende stabilire, al netto di oscillazioni stagionali o comunque riconducibili a cause naturali, la stazionarietà/non stazionarietà dei valori osservati all'interno di ogni SC. Il riscontro di condizioni di non stazionarietà (ovvero l'identificazione di trend non correlabili ad oscillazioni naturali) da un lato rende poco robusto qualsiasi trattamento dei dati, dall'altro potrebbe rendere conto di un sistema in non-equilibrio e potenzialmente soggetto ad alterazioni indotte da pressioni antropiche. Le analisi delle serie temporali saranno condotte per ogni singola stazione di campionamento secondo le seguenti fasi:

Identificazione e gestione degli outliers (Box 8 e 12). La presente trattazione vale sia per l'esame dei dati temporali di una specifica stazione, sia per l'analisi spaziale, cioè fra stazioni diverse.

Gli outliers sono quei valori in un insieme di osservazioni che, sulla base di rappresentazioni grafiche o test statistici, si configurano come anomali o aberranti. Il problema principale è quello di attribuire un significato fisico ai potenziali outliers, ovvero capire se essi afferiscono al fenomeno in studio, cioè alla popolazione delle osservazioni rappresentative del fondo naturale, oppure se essi siano "geneticamente" legati ad altri fenomeni o contesti estranei all'oggetto dello studio⁴, o ancora se si tratti di dati errati o legati a disomogeneità nelle procedure di campionamento ed analisi.

⁴ E' evidente che la definizione degli outliers è anche funzione della definizione del fenomeno in esame. Nel caso del fondo naturale, ad esempio, gli elevati valori associati alla contaminazione antropica sono certamente al di fuori dell'obiettivo dello studio (e quindi devono essere rimossi dal dataset per la determinazione del VFN, qualora non siano stati già eliminati dalla procedura di pre-selezione); viceversa valori associati ad es. ad aree ad elevata mineralizzazione potrebbero essere considerati rappresentativi del fondo naturale sebbene molto più elevati dalla maggior parte delle osservazioni, tali valori dovrebbero quindi essere inclusi nel data set in base al quale si determinerà il VFN.

In linea di principio, qualora non esistano ragioni oggettive per escludere i potenziali outliers dal trattamento per la determinazione dei VFN, essi devono essere considerati nella trattazione e non devono essere rimossi dal dataset (US EPA 2002), tanto più se i dati sono stati validati dall'ente di controllo.

Tuttavia, un'errata gestione di tali dati può condurre, specie se il numero dei potenziali outliers è relativamente alto, ad una visione errata del data set (US EPA 2000) e conseguentemente ad una determinazione dei VFN non rappresentativa del contesto. In particolare la mancata rimozione degli outliers potrebbe comportare dei VFN maggiori di quelli "reali" e quindi risolversi in una scarsa cautela in fase di gestione dei risultati.

A livello operativo si propone il seguente schema:

1. Individuazione dei potenziali outliers attraverso gli opportuni metodi grafici (box plot, curve di frequenza cumulata e non) o statistici (Rosner, Dixon, Walsh, test non parametrici, ecc.).
2. Studio specifico (anche uno ad uno) degli outliers identificati nella fase 1, finalizzato alla scelta del loro trattamento in funzione del Modello Concettuale precedentemente definito.
3. In base ai risultati del punto 2 e agli obiettivi dello studio si potrà palesare l'opportunità di escludere tutti, alcuni o nessuno dei potenziali outliers dal trattamento successivo.
4. Nel caso l'esclusione di qualche (o tutti gli) outliers non sia sostenuta da chiari elementi scientifici (ovvero sia dettata da un generale principio di cautela, o per gestire meglio l'elaborazione statistica dei dati) si potranno considerare entrambi i data set (quello completo e quello privato degli outliers) ai fini della valutazione dell'influenza dei valori anomali sul risultato finale (i descrittori statistici del fondo) e sulla conseguente gestione del risultato.

In ogni caso l'intero procedimento di gestione degli outliers statistici deve essere opportunamente descritto riportando i passaggi svolti e le motivazioni delle scelte effettuate.

Qualora il numero dei potenziali outliers sia significativo, ovvero si ritenga che essi siano rappresentativi di fenomeni di "incertae sedis" rispetto al contesto in studio (es. elevati tenori di metalli in acque sotterranee con indizi di termalismo) tali potenziali outliers potrebbero configurarsi come rappresentativi di una popolazione diversa rispetto a quella rappresentata dai valori "normali". In sostanza il problema dell'identificazione degli outliers statistici diventerebbe contiguo al problema del riconoscimento, nell'insieme delle osservazioni del database, di più popolazioni, soprattutto quando gli outliers sono numerosi o sembrano "organizzati" in popolazioni distinte (es. nel caso di distribuzioni bimodali).

Analisi dei trend (Box 9). Questa analisi sarà condotta per tutte le SC che mostrano una serie di almeno 8 osservazioni distribuite con frequenza regolare su almeno 2 anni.

Alcuni dei metodi più comunemente utilizzati per l'analisi dei trend comprendono:

- diagrammi di serie temporali;
- regressione lineare;
- test di Mann-Kendall e metodo di Theil-Sen per la stima della pendenza della linea di tendenza.

In funzione dei risultati ottenuti, comunque interpretati alla luce del MC (ovvero di tutte le altre informazioni riferibili allo scenario esaminato)⁵, sono proposte le seguenti azioni:

⁵ Particolare attenzione dovrà essere posta nella valutazione e gestione di situazioni in cui, all'interno di una SC alcuni parametri mostrano dei trend marcati, altri invece si comportano in maniera stazionaria nella finestra di tempo osservata.

Esito	Procedura proposta
L'analisi dei trend non evidenzia, per la singola SC, trend temporali significativi nella finestra temporale osservata, ovvero essi sono riconducibili a variazioni stagionali o comunque a condizioni naturali	Per ogni SC, al netto di eventuali outliers per i quali è stata decisa l'eliminazione, saranno calcolati valori rappresentativi (tendenza centrale e limite superiore) in dipendenza della normalità o meno della distribuzione dei dati: - per distribuzioni normali: mediana e valore massimo; - per distribuzioni non normali: mediana e 95° percentile.
L'analisi dei trend evidenzia, per la singola SC, trend temporali significativi nella finestra temporale osservata, non riconducibili a variazioni stagionali o comunque a condizioni naturali	Il parametro in esame in corrispondenza della SC è sospettato di essere soggetto a fattori di controllo non naturali. Si valuti, tenuto conto anche di ulteriori indizi l'opportunità di eliminare dalla valutazione dei VFN la SC. In alternativa si suggerisce di individuare il valore rappresentativo per la SC limitando l'analisi ad eventuali intervalli stazionari di "basso" o di considerare un indicatore della tendenza centrale (mediana).

Compilazione della Tabella di sintesi (Box 10). Per ogni SC e per ogni parametro considerato, il dataset costituito dalla dimensione temporale (e.g. attività di monitoraggio) è sintetizzato in uno o più valori rappresentativi (es. mediana, 95p) che saranno utilizzati nelle fasi successive di trattamento dei dati e/o determinazione dei VFN.

Il valore rappresentativo della singola SC sarà inoltre utilizzato per le operazioni di classificazione dello stato chimico delle singole SC ai sensi del D. lgs 30/2009. In tal senso nella relazione che descrive la determinazione dei VFN è opportuno archiviare in una tabella riepilogativa l'esito della procedura per ogni singolo CIS e per ciascun parametro chimico di cui si è determinato il valore di fondo. La tabella dovrà essere organizzata come di seguito riportato e dovrà contenere il dettaglio delle eventuali facies individuate per ciascun corpo idrico, le SC sottoposte alla procedura e i parametri statistici calcolati per la singola stazione.

Tabella I. Esempio di tabella riepilogativa per parametro chimico, per corpo idrico e per singola stazione di campionamento (SC)

Codice Corpo Idrico Sotterraneo		Parametro chimico			Valore di Fondo (u.m.)	Livello confidenza (A, M, B, BB)		Anno aggiornamento
IT18002345XX		Cromo esavalente			26	M		2017
Nome Corpo Idrico Sotterraneo		Periodo osservazioni	Numerosità campionaria n.	Minimo	Mediana	95° perc.	Massimo	Parametri preselezione e relativa soglia per ciascuna facies
Facies Idrochimica	Stazione							
Facies A	Codice SC1	2000-2016	30	2	18.2	26.2	27	NO ₃ >10 mg/L Cloruri >1000 mg/L
Facies A	Codice SC2	2003-2014	44	2	15.4	23.7	26	
Facies B					
...					
Facies Z	Codice SCN					

Selezione del valore rappresentativo della SC per l'analisi spaziale (Box 11). Assumendo che le SC possono, per un dato parametro, mostrare un numero diverso di osservazioni si è ritenuto opportuno considerare quale valore rappresentativo della SC e ai soli fini dell'analisi spaziale, la mediana (o eventualmente l'unica osservazione a disposizione).

3.2.2 *Analisi spaziale*

Una volta completata l'analisi temporale per ogni parametro di interesse, le analisi spaziali o "interstazioni" condotte sui valori rappresentativi più opportuni (media o mediana a seconda della normalità o meno) hanno l'obiettivo di valutare la variabilità nello spazio del parametro stesso. Questo tipo di analisi che può comprendere tecniche geostatistiche potrà dare indicazioni circa l'opportunità di:

- suddividere il CIS in due o più sub-aree (evento che deve essere valutato anche in base al modello concettuale, all'eventuale presenza di due o più facies idrochimiche, all'evidenza di due o più popolazioni statistiche "parenti" del campione statistico);
- indagare ulteriormente (ed eventualmente escludere) i punti di osservazione che sulla base della distribuzione spaziale suggeriscano di essere riconducibili a fattori di controllo non attinenti al fondo (i.e. contaminazione puntuale, ma anche hot spots dovuti ad anomalie geochemiche o ad altre cause d origine naturale).

L'analisi spaziale sarà condotta sui valori rappresentativi delle SC, definiti al Box 11 secondo le seguenti fasi:

Individuazione e gestione degli outliers (Box 12). I metodi per il riconoscimento dei potenziali outliers statistici all'interno del campione rappresentativo della distribuzione spaziale del parametro e le modalità gestionali degli stessi sono i medesimi descritti nel Box 8.

Individuazione di popolazioni multiple (Box 13). All'interno di uno stesso CIS possono insistere diversi fenomeni, sia naturali che antropici, che incidendo su una data variabile, sono causa di una distribuzione complessa derivata dalla "sovrapposizione" di due o più popolazioni con diverse caratteristiche statistiche (es. media, deviazione standard, tipo di distribuzione). Lo scopo di questa fase di analisi è quello di verificare se dal campione statistico sono "separabili" due o più subset di osservazioni che possano essere considerati rappresentativi di altrettante popolazioni a loro volta geneticamente legate a fenomeni o processi di controllo agenti sul CIS indagato. Gli strumenti comunemente utilizzati comprenderanno metodi grafici (curve di frequenza cumulata e non) sulla base dei quali procedere eventualmente con la partizione delle popolazioni individuate (es. metodo di Sinclair, metodi statistici).

Analisi della distribuzione statistica dei dati (Box 14). Una volta individuato il set o il "subset" di osservazioni considerato rappresentativo della popolazione di valori legata ad un determinato contributo/fenomeno, è opportuno, qualora possibile, individuare una funzione di probabilità che approssimi meglio l'insieme dei dati disponibili (es. gaussiana, log-normale). L'individuazione del tipo di distribuzione che meglio approssima il campione di dati serve a definire i descrittori statistici più appropriati per calcolare il valore del fondo. Questa operazione è comunemente condotta applicando opportuni test (Shapiro e Wilk, D'Agostino, Lilliefors) spesso condotti automaticamente da molti software dedicati (es. ProUCL 5.0 e seguenti, EPA).

3.3 **Valutazione della consistenza del dataset (Box 15-19)**

Coerentemente con i principi riportati nella Parte A, paragrafo A.2, punto 2, dell'Allegato 1 alla parte terza del dlgs 152/06, la determinazione dei VFN dovrà tenere conto della variabilità spaziale (laterale e verticale) e temporale (monitoraggi) delle caratteristiche idrochimiche dei CIS. Detta determinazione sarà condotta anche nei casi in cui i dati di monitoraggio siano limitati o insufficienti.

Al fine di distinguere differenti livelli di "copertura" spaziale e temporale dei dati a disposizione per un determinato CIS, da cui dipende anche il livello di affidabilità del VFN determinato, concluse le elaborazioni descritte nelle sezioni precedenti, per effetto delle possibili esclusioni e/o separazioni in diverse popolazioni si procederà alla valutazione definitiva della consistenza dei singoli datasets.

Si individuano 4 casi:

- **CASO A:** Numerosità campionaria adeguata a descrivere la variabilità nel tempo e nello spazio del parametro/i nelle acque del dataset in esame (box 16);
- **CASO B** Numerosità campionaria adeguata a descrivere la variabilità nello spazio del parametro/i nelle acque del dataset in esame, ma non nel tempo. (box 17);
- **CASO C** Numerosità campionaria adeguata a descrivere la variabilità nel tempo del parametro/i nelle acque del dataset in esame, ma non nello spazio (box 18);
- **CASO D** Numerosità campionaria inadeguata a descrivere la variabilità nel tempo e nello spazio del parametro/i nelle acque del dataset in esame (box 19).

Per numerosità campionaria adeguata a descrivere, da un punto di vista meramente statistico, la variabilità nello spazio del sistema in esame, si intende un minimo di 15 stazioni di campionamento distribuite in modo adeguato ($N \geq 15$).

Per numerosità campionaria adeguata a descrivere, da un punto di vista meramente statistico, la variabilità nel tempo del sistema in esame, si intende un minimo di 8 osservazioni ($n \geq 8$) distribuite con frequenza regolare su almeno 2 anni per ciascuna stazione, su almeno l'80% delle stazioni.

L'individuazione di questi casi incide in maniera significativa nell'attribuzione del livello di significatività al VFN determinato, anche in funzione delle caratteristiche (es. dimensioni) del CIS in esame.

3.4 Determinazione dei VFN per i dataset (Box 20-25)

La determinazione dei VFN del CIS è effettuata in due fasi:

- la determinazione dei VFN afferenti a specifici dataset in cui sono stati suddivisi i dati relativi al CIS esaminato. A tali VFN è anche associato un livello di confidenza;
- la selezione del VFN di un dataset come rappresentativo dell'intero CIS.

Come descritto nelle sezioni precedenti, i dati afferenti al CIS in esame potranno essere suddivisi in due o più dataset, in funzione delle facies idrochimiche individuate (par.3.1.4) e/o di più popolazioni individuate con metodi statistici o grafici (par. 3.2.2). Questi dataset rappresentano gruppi di osservazioni che, in riferimento al parametro in esame, sono considerati appartenenti ad una singola popolazione per la quale può essere determinato un VFN. A seconda della classe di appartenenza del dataset i relativi VFN saranno determinati come descritto di seguito.

3.4.1 Determinazione dei VNF per i dataset ricadenti nei casi A e B (Box 22 e 23).

Questi tipi di dataset mostrano entrambi una adeguata dimensione spaziale. Il caso A, a differenza del B, mostra anche una adeguata copertura temporale. Ai fini della computazione dei VFN afferenti ai dataset non c'è una sostanziale differenza fra i tipi A e B, differenza che si rifletterà solo in un maggior livello di confidenza da attribuire ai VFN determinati per il tipo A (Vedi tabella II).

I tipi A e B sono costituiti dai N SC (con $N \geq 15$).

Per ognuna delle N SC il valore rappresentativo è dato dalla tendenza centrale (mediana o, nei casi limite, dal singolo valore disponibile per la SC) delle n osservazioni temporali relative alla singola SC

Il VFN del dataset è dato:

- dal valore massimo fra gli N valori rappresentativi delle SC, nel caso che gli N valori mostrino una distribuzione normale;
- dal 95p degli N valori rappresentativi delle SC, nel caso che gli N valori mostrino una distribuzione non normale (parametrica o non parametrica);

3.4.2 Determinazione dei VNF per i dataset ricadenti nel caso C (Box 24)

Questo tipo di dataset mostra una adeguata dimensione temporale ma una scarsa copertura spaziale. In questo caso, l'insieme dei valori rappresentativi delle SC sarà limitato alle sole stazioni con serie

temporale adeguata ($n \geq 8$) che comunque costituisce almeno l'80% dell'insieme totale (dove il numero N di SC del dataset risulterà $1 \leq N < 15$).

Per ogni SC viene considerato:

- il valore massimo delle n osservazioni, se esse mostrano una distribuzione normale;
- il 95p delle n osservazioni, se esse mostrano una distribuzione non normale.

Il VFN del dataset è dato dal valore massimo dei valori rappresentativi delle SC afferenti il dataset.

3.4.3 Determinazione dei VNF per i dataset ricadenti nel caso D. (Box 21-25)

Quando i dati non hanno una dimensione significativa né nel tempo né nello spazio (Caso D), l'Allegato 1 alla parte terza del dlgs 152/06 (Parte A, paragrafo A.2, punto 2, lettera b), prevede che debbano essere raccolti ulteriori dati e informazioni e che nel contempo si debba procedere ad una **stima** dei valori di fondo, mediante un approccio semplificato o, se del caso, *“basandosi su risultati statistici di riferimento per il medesimo tipo di falda acquifera in altri settori per cui sussistono dati di monitoraggio sufficienti”*.

In siffatte condizioni, per i dataset che non garantiscono una adeguata numerosità campionaria (sia in senso spaziale che temporale) sarà determinato un **VFN provvisorio**.

Dato il numero di osservazioni totali disponibili $O_{tot} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^n O_{i,j}$

dove $O_{i,j}$ è la j-esima osservazione presa nell'i-esima SC:

se $O_{tot} \geq 10$:

- il VFN provvisorio sarà dato dal 90 percentile delle osservazioni totali disponibili O_{tot} derivate dal monitoraggio delle N SC che costituiscono il dataset (cioè includendo le dimensioni temporale e spaziale e previa valutazione degli outliers)
- in alternativa si potrà valutare l'opportunità di riunire l'esiguo dataset con altri dataset/CIS analoghi (caratterizzati da condizioni analoghe in termini di facies geochimica, contesto idrogeologico, pressioni antropiche)

se $O_{tot} < 10$:

- il VFN provvisorio sarà ricavato per analogia con altri CIS o porzioni di CIS caratterizzati da condizioni analoghe in termini di facies geochimica, contesto idrogeologico, pressioni antropiche.

3.5 Definizione dei livelli di confidenza

L'Allegato 1 alla parte terza del dlgs 152/06 (Parte A, paragrafo A.2, punto 2), stabilisce che la determinazione dei VFN: i) *“debba tenere conto del fatto che condizioni di flusso e la chimica delle acque sotterranee presentano variazioni a livello laterale e verticale”*; ii) i VFN dovranno essere determinati anche *“in caso di dati di monitoraggio limitati”*; iii) i VFN dovranno essere determinati anche *“in caso di dati di monitoraggio insufficienti”*. Coerentemente a tali indicazioni, si è ritenuto opportuno associare al VFN, determinato per un CIS o a un dataset afferente ad una porzione di CIS, anche un livello di confidenza (A alto, M medio, B basso, BB molto basso) delle dimensioni del campione statistico su cui è stata basata la determinazione del VFN anche in relazione alle caratteristiche dimensionali e topologiche del CIS o porzione di CIS (Tabella II).

Tabella II. Livello di confidenza. Il livello di confidenza attribuito ad un VFN tiene conto delle caratteristiche del data set (tipo A, B, C, D), del numero di totale di osservazioni e di SC, anche in riferimento all'estensione del CIS o della porzione di CIS rappresentata dal dataset sul quale è stato determinato il VFN e alla tipologia di acquifero (libero, confinato). Livelli di confidenza: A alto, M medio, B basso, BB molto basso.

TIPO	N. totale osservazioni	N. totale SC	Estensione CIS/ porzione di CIS rappresentata dal dataset (km ²) / Tipologia acquifero							
			<10		10-70		70-700		>700	
			Libero	Confinato	Libero	Confinato	Libero	Confinato	Libero	Confinato
A		15-25	A	A	A	A	M	A	M	A
		> 25	A	A	A	A	A	A	A	A
B		15-25	M	A	M	A	B	M	B	M
		> 25	A	A	A	A	M	A	M	M
C	≤ 15		M	M	B	M	BB	B	BB	BB
	16-30		M	A	M	M	B	M	BB	B
	> 30		A	A	M	A	M	A	M	M
D	< 10		B	B	BB	BB	BB	BB	BB	BB
	≥ 10		B	B	B	B	BB	B	BB	BB

Il livello di confidenza “tabellato” può essere modificato a seguito di informazioni /indagini complementari che comportano una maggiore robustezza. Ad esempio l'applicazione della modellazione geochimica dell'interazione acqua roccia che conferma i risultati dell'analisi statistica, o indagini isotopiche possono comportare l'incremento di una classe (es. da B a M).

3.6 Determinazione dei VNF del CIS (Box 27)

Qualora i dati afferenti ad un CIS siano organizzati in un unico data set, è evidente che il VFN determinato per quel dataset coinciderà anche con il VFN del CIS.

Tuttavia, in base al percorso sopradescritto, può risultare che la distribuzione di un dato parametro in un singolo CIS risulti descritta da uno o più dataset. Ordinariamente, il VFN per il CIS sarà dato dal valore massimo dei VFN definiti per i singoli dataset riconosciuti all'interno del CIS. Con riferimento ai soli dataset di tipo “D” sarà selezionato il dataset con maggior livello di confidenza.

In ogni caso il VFN per un dato parametro andrà espresso con la stessa unità di misura e arrotondato con il medesimo numero di decimali del relativo valore soglia indicato nel D.Lgs. 152/2006.

3.7 Aggiornamento dei VFN

La definizione dei livelli di confidenza, oltre che dare indicazioni sulla robustezza dei VFN determinati permette di evidenziare i CIS o le porzioni di essi (es. caratterizzati da livelli di confidenza B o BB) che richiedono un ampliamento delle osservazioni disponibili, in termini spaziali (i.e. individuazione di SC) e/o temporali (i.e. incremento dell'azione di monitoraggio). L'aggiornamento dei VFN interesserà in via prioritaria le situazioni in cui è stato definito un VFN provvisorio. In linea più generale i VFN dei CIS saranno aggiornati avendo un obiettivo finale di raggiungere almeno un livello di confidenza M, conseguibile ordinariamente in pochi anni di monitoraggio su base stagionale.

4. BIBLIOGRAFIA

- APAT-ISS (2006) Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli/metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale, 2006, <http://www.isprambiente.gov.it/>
- Appelo Caj, Postma D (1993) Geochemistry, Groundwater and Pollution. Balkema, Rotterdam
- BRIDGE (2009) Background cRiteria for the IDentification of Groundwater Thresholds. <http://nfp-at.eionet.europa.eu/irc/eionet-circle/bridge/info/data/en/index.htm>. Ultimo accesso Aprile 2017
- Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 23 ottobre 2000, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque (Pubblicato nella GUCE del 22.12.2000)
- DIRETTIVA 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 12 dicembre 2006 sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento (Pubblicato nella GUCE del 27.12.2006)
- DLGS 152/2006 Decreto legislativo del 3 aprile 2006 n. 152 recante norme in materia ambientale (pubblicato nella GURI n. 88 del 14/04/2006)
- DLGS 30/2009 Decreto Legislativo 16 marzo 2009, n. 30 "Attuazione della direttiva 2006/118/CE, relativa alla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. (09G0038)" pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 79 del 4 aprile 2009
- DM 6 luglio 2016. Recepimento della direttiva 2014/80/UE della Commissione del 20 giugno 2014 che modifica l'allegato II della Direttiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio sulla protezione delle acque sotterranee dall'inquinamento e dal deterioramento. (16a05182) pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n.165 del 16 luglio 2016
- IRSA-CNR (2017) Buone pratiche per il campionamento delle acque sotterranee: proposta di un protocollo. A cura di Preziosi E., Ghergo S., Frollini E., Parrone D. Notiziario dei Metodi Analitici, 1, 2017
- ISO 19258:2005 - Soil quality -- Guidance on the determination of background values.
- ISPRA (2009) Protocollo per la Definizione dei Valori di Fondo per le Sostanze Inorganiche nelle Acque Sotterranee. <http://www.isprambiente.gov.it/>
- SNPA (2017) Linee guida per la determinazione dei valori di fondo per i suoli e per le acque sotterranee (in preparazione)
- US EPA (2000) Guidance for Data Quality Assessment – Practical methods for Data Analysis. EPA QA-G-9. EPA/600/R-96/084, July, 2000
- US EPA (2002) Calculating Upper Confidence Limits for Exposure Point Concentrations at Hazardous Waste Sites. OSWER Number 9285.6-10.

ALLEGATO 1: SCHEDA RIASSUNTIVA DELLE INFORMAZIONI E DELLE PROCEDURE UTILIZZATE PER IL CALCOLO DEI VALORI DI FONDO NATURALE

Dati del Corpo Idrico Sotterraneo (CIS)

Nome:
Codice:
Complesso idrogeologico:
Descrizione sintetica:
Superficie (km²):
Stato (libero/confinato):

Dati delle Stazioni di campionamento

Numero:
Periodo di monitoraggio:
Numero delle Campagne di monitoraggio eseguite:
Frequenza delle campagne:
Numero totale di osservazioni (comprensivo di tutte le SC):

Parametri utilizzati nelle procedure preliminari

Criteri di trattamento dei *non detect*:
Criteri di validazione delle analisi:
Numero di analisi non considerate a valle della validazione:
Criteri per l'individuazione delle facies:
Numero di facies individuate (*dataset*):
Criteri per la preselezione (parametri e livelli soglia):

Parametri utilizzati nelle procedure di calcolo

Criteri per individuazione degli *outliers*:

Parametri di calcolo per ciascun dataset

Tipologia (A, B, C, D):
Criteri per l'attribuzione del VFN all'intero CIS nel caso di più *dataset* / facies:

Parametri di calcolo per ciascun analita

Analisi delle serie temporali

Numero totale osservazioni:
Min, Media, Mediana, Max del *dataset* risultante :
(NB: se $Max > VS$, allora è necessario calcolare il VFN)
Outliers delle serie temporali eliminati:
VFN : Max fra i 95° percentile di ciascuna serie temporale

Analisi dei dati (solo tipi A/B)

Numero SC:
Outliers eliminati:
Eventuali sub set individuati:
Min, Media, Mediana, Max del *dataset* risultante:
(NB: se $Max > VS$, allora calcolare il VFN)

Normalità del *dataset* (S/N):
Test utilizzato:
VFN (max o 95° percentile):

Calcolo del VFN provvisorio (solo tipo D)

Numero totale osservazioni:
Sottotipo (D1, D2)
Outliers eliminati:
VFN (max o 90° percentile)

