



# APAT

Agenzia per la protezione dell'ambiente  
e per i servizi tecnici

*Servizio Interdipartimentale per le Emergenze Ambientali*  
Settore Siti Contaminati

***GRUPPO DI LAVORO “ANALISI DI RISCHIO” APAT-ARPA-ISS-ISPEL***

\* \* \*

**Documento di riferimento per la determinazione e la validazione dei  
parametri sito-specifici utilizzati nell'applicazione dell'analisi di  
rischio ai sensi del DLgs 152/06**

\* \* \*

Giugno 2008

Elaborato da:

Ing. Laura D'Aprile, APAT (laura.daprile@apat.it)

Ing. Simona Berardi, ISPESL (simona.berardi@ispesl.it)

Condiviso da:

ISS: *Eleonora Beccaloni, Fabrizio Falleni, Loredana Musmeci*

ARPA Basilicata: *Rocco Masotti, Giampietro Summa*

ARPA Campania: *Federico Silvestri, Marinella Vito*

ARPA Emilia Romagna: *Daniela Ballardini, Annamaria Colacci, Saverio Giaquinta*

ARPA Friuli Venezia-Giulia: *Davide Brandolin*

ARPA Liguria: *Tiziana Pollero*

ARPA Lombardia: *Rocco Racciatti*

ARPA Marche: *Manrico Marzocchini*

ARPA Piemonte: *Maurizio Di Tonno, Carlo Manzo*

ARPA Sardegna: *Sergio Pilurzu*

ARPA Sicilia: *Vincenzo Bartolozzi, Francesco D'Urso, Gaetano Valastro,*

ARPA Toscana: *Fabrizio Franceschini,, Marcello Panarese, Stefano Santi, Milo Vignali, Rossella Francalanci*

ARPA Umbria: *Andrea Sconocchia*

ARPA Valle d'Aosta: *Fulvio Simonetto, Pietro Capodaglio*

ARPA Veneto: *Federico Fuin*

Regione Veneto: *Paolo Campaci, Giuliano Vendrame*

Regione Emilia-Romagna: *Claudia Ferrari*

Regione Lombardia: *Nicola di Nuzzo, Cosimo Brandolino*

Regione Sardegna: *Gianluca Sanna*

Si ringraziano in particolare per i preziosi suggerimenti:

*Dott.ssa Loredana Musmeci (ISS), Dott. Federico Fuin (ARPA Veneto), Dott. Carlo Moretto (ARPA Veneto), Ing. Leonardo Arru (APAT), Ing. Eugenia Bartolucci, Dott. Maurizio Guerra, Ing. Luigi Marangio, Ing. Antonella Vecchio.*

## INDICE

PREMESSA.....	6
SCHEDA 1 – Profondità del piano di falda ( $L_{GW}$ ).....	9
SCHEDA 2 – Spessore della zona insatura ( $h_v$ ) .....	11
SCHEDA 3 – Estensione della sorgente in direzione parallela alla direzione prevalente del vento ( $W'$ ) .....	12
SCHEDA 4 – Estensione della sorgente in direzione ortogonale alla direzione prevalente del vento ( $Sw'$ ).....	14
SCHEDA 5 – Area della sorgente rispetto alla direzione prevalente del vento ( $A'$ ).....	16
SCHEDA 6 –Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c. ( $L_s(SS)$ ) .....	17
SCHEDA 7 –Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c. ( $L_s(SP)$ )..	18
SCHEDA 8 –Profondità della base della sorgente rispetto al p.c. ( $L_f$ ).....	19
SCHEDA 9 –Spessore della sorgente nel suolo profondo insaturo ( $d_s$ ) .....	20
SCHEDA 10 – Spessore della sorgente nel suolo superficiale insaturo ( $d$ ) .....	21
SCHEDA 11 –Soggiacenza della falda rispetto al top della sorgente ( $L_F$ ).....	22
SCHEDA 12 - Densità del suolo ( $\rho_s$ ).....	23
SCHEDA 13 –Infiltrazione efficace ( $I_{ef}$ ) .....	25
SCHEDA 14 – Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo ( $f_{oc}$ ).....	27
SCHEDA 15 –pH del suolo insaturo (pH).....	29

<b>SCHEDA 16 – Spessore dell’acquifero (<math>d_a</math>) .....</b>	<b>31</b>
<b>SCHEDA 17 – Estensione della sorgente in direzione parallela alla direzione del flusso di falda (<math>W</math>) .....</b>	<b>32</b>
<b>SCHEDA 18 – Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda.....(<math>S_w</math>) .....</b>	<b>34</b>
<b>SCHEDA 19 –Area della sorgente rispetto alla direzione del flusso di falda (<math>A</math>) .....</b>	<b>36</b>
<b>SCHEDA 20 – Estensione della sorgente in falda nella direzione parallela alla direzione prevalente del vento (<math>W'</math>).....</b>	<b>37</b>
<b>SCHEDA 21 – Estensione della sorgente in falda nella direzione ortogonale alla direzione prevalente del vento (<math>S_w'</math>) .....</b>	<b>39</b>
<b>SCHEDA 22 – Area della sorgente in falda rispetto alla direzione prevalente del vento (<math>A'</math>).....</b>	<b>41</b>
<b>SCHEDA 23 –Velocità di Darcy (<math>v_{gw}</math>).....</b>	<b>42</b>
<b>SCHEDA 24 – Conducibilità idraulica del terreno saturo (<math>K_{sat}</math>).....</b>	<b>43</b>
<b>SCHEDA 25 –Gradiente idraulico (<math>i</math>) .....</b>	<b>44</b>
<b>SCHEDA 26 –Frazione di carbonio organico nel suolo saturo (<math>f_{oc}</math>) .....</b>	<b>46</b>
<b>SCHEDA 27 – pH del suolo saturo (pH).....</b>	<b>48</b>
<b>SCHEDA 28 –Velocità del vento (<math>U_{air}</math>) .....</b>	<b>50</b>
<b>SCHEDA 29 –Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione (<math>A_b</math>).....</b>	<b>52</b>
<b>SCHEDA 30 – Spessore delle fondazioni/muri (<math>L_{crack}</math>) .....</b>	<b>53</b>
<b>SCHEDA 31 - Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione (<math>L_b</math>).....</b>	<b>55</b>
<b>SCHEDA 32 – Distanza tra il top della sorgente nel suolo insaturo (o in falda) e la base delle fondazioni (<math>L_T</math>).....</b>	<b>57</b>

<b>SCHEDA 33 – Profondità delle fondazioni (<math>Z_{crack}</math>) .....</b>	<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>60</b>

## PREMESSA

Il presente documento è stato elaborato allo scopo di fornire ai tecnici degli Enti di Controllo un riferimento tecnico per la determinazione e la validazione di alcuni parametri sito specifici da utilizzare nell'applicazione dell'analisi di rischio ai sensi del DLgs 152/06.

In conformità con quanto riportato nella nota APAT prot. 009462 del 21 Marzo 2007, condivisa nell'ambito del gruppo di lavoro APAT-ARPA-ISS-ISPEL ed acquisita dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare al prot. 8242/QdV/DI del 26/03/07, nel presente documento vengono trattati quei parametri caratteristici del sito che, ai fini dell'elaborazione di un'analisi di rischio sito-specifica, debbono essere determinati esclusivamente mediante verifiche e/o indagini dirette.

E' infatti noto che l'applicazione dell'analisi di rischio di Livello 2 (sito-specifica) si differenzia dall'analisi di rischio di Livello 1 (sito-generica) proprio in virtù dell'utilizzo di parametri sito specifici e non di default. In particolare è necessario l'utilizzo di valori caratteristici del sito oggetto di studio per i parametri che, sulla base delle risultanze dell'analisi di sensitività riportata nell'Appendice N del manuale "Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati", rev.2, influenzano maggiormente le equazioni analitiche relative ai Fattori di Trasporto. Tali parametri riguardano essenzialmente la geometria e le caratteristiche geologiche ed idrogeologiche della sorgente di contaminazione in zona satura ed insatura, le caratteristiche degli spazi aperti e confinati, alcuni parametri chimici e fisici caratteristici del suolo e la velocità del vento.

In particolare occorre osservare che sono stati inseriti nell'elenco ulteriori parametri per i quali è richiesta una valutazione sito-specifica:

- il pH del suolo insaturo e saturo, poiché la variazione di tale parametro può comportare ampie variazioni del coefficiente di partizione suolo/acqua  $K_d$  di alcune specie chimiche, ed in particolare degli acidi organici e di gran parte dei metalli;
- la densità del suolo  $\rho_s$  poiché, nonostante a tale parametro corrisponda una bassa sensitività, la sua determinazione sito specifica è, in generale, relativamente semplice e veloce e viene eseguita, solitamente, congiuntamente alle determinazioni granulometriche che sono essenziali per la corretta individuazione della tessitura del suolo.

A discrezione del proponente è inoltre possibile determinare su base sito-specifica il valore del coefficiente di ripartizione solido-liquido ( $K_d$ ) secondo il metodo suggerito da APAT ed ISS e riportato nella nota APAT 011376 del 4 Aprile 2007 pubblicata sul sito dell'Agenzia al seguente indirizzo:

[http://www.apat.gov.it/site/\\_files/Suolo\\_Territorio/TEC\\_metodo.pdf](http://www.apat.gov.it/site/_files/Suolo_Territorio/TEC_metodo.pdf)

In tabella 1 è riportato un elenco dei 33 parametri suddivisi in relazione ai comparti ambientali di appartenenza: Suolo insaturo, Suolo saturo, Ambienti aperti/confinati

**Tabella 1: Parametri sito-specifici da determinare mediante verifiche/indagini dirette**

n.	SIMBOLO	PARAMETRO	UNITA' DI MISURA
<b>SUOLO INSATURO</b>			
1	$L_{GW}$	Profondità del piano di falda	cm
2	$h_v$	Spessore della zona insatura	cm
3	$W'$	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	cm
4	$S_w'$	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione ortogonale a quella principale del vento	cm
5	$A'$	Area della sorgente (rispetto alla direzione prevalente del vento)	cm <sup>2</sup>
6	$L_{s(SS)}$	Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c.	cm
7	$L_{s(SP)}$	Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.	cm
8	$L_f$	Profondità della base della sorgente rispetto al p.c.	cm
9	$d_s$	Spessore della sorgente nel suolo profondo (insaturo)	cm
10	$d$	Spessore della sorgente nel suolo superficiale (insaturo)	cm
11	$L_F$	Soggiacenza della falda rispetto al top della sorgente	cm
12	$\rho_s$	Densità del suolo	g/cm <sup>3</sup>
13	$I_{ef}$	Infiltrazione efficace	cm/anno
14	$f_{oc}$	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo	g-C/g-suolo
15	pH	pH del suolo insaturo	adim.
<b>SUOLO SATURO</b>			
16	$d_a$	Spessore della falda	cm
17	$W$	Estensione della sorgente nella direzione del flusso di falda	cm
18	$S_w$	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda	cm
19	$A$	Area della sorgente (rispetto alla direzione del flusso di falda)	cm <sup>2</sup>
20	$W'$	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione principale del vento	cm
21	$S_w'$	Estensione della sorgente di contaminazione nella direzione ortogonale a quella principale del vento	cm
22	$A'$	Area della sorgente (rispetto alla direzione prevalente del vento)	cm <sup>2</sup>
23	$v_{gw}$	Velocità di Darcy	cm/anno
24	$K_{sat}$	Conducibilità idraulica del terreno saturo	cm/anno
25	$i$	Gradiente idraulico	adim.
26	$f_{oc}$	Frazione di carbonio organico nel suolo saturo	g-C/g-suolo
27	pH	pH del suolo saturo	adim.
<b>AMBIENTI APERTI/CONFINATI</b>			
28	$U_{air}$	Velocità del vento	cm/s
29	$A_b$	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione	cm <sup>2</sup>
30	$L_{crack}$	Spessore delle fondazioni/muri	cm
31	$L_b$	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione (RES. O IND.)	cm
32	$L_T$	Distanza tra il top della sorgente nel suolo insaturo (in falda) e la base delle fondazioni	cm
33	$Z_{crack}$	Profondità delle fondazioni	cm

Il presente documento è suddiviso in 33 schede nelle quali, per i singoli parametri sito specifici individuati, sono riportate le seguenti informazioni:

- denominazione del parametro e simbologia utilizzata all'interno del manuale APAT-ARPA-

ISS-ISPEL rev.2 ([www.apat.it](http://www.apat.it));

- unità di misura;
- valore di default (manuale APAT-ARPA-ISS-ISPEL rev.2 ([www.apat.it](http://www.apat.it)) Tab 5.2);
- definizione;
- modalità di determinazione;
- identificazione del valore maggiormente conservativo;
- modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo
- eventuali note.

In merito alle analisi granulometriche, che devono essere richieste in fase di caratterizzazione del sito per una corretta individuazione della tessitura del suolo, è possibile fare riferimento ai metodi riportati nelle norme e negli standard tecnici esistenti (ASTM, UNI, ISO, CNR, AGI, Metodi di Analisi Fisica del Suolo (MAFS), ecc.). E' comunque necessario che il proponente si adegui al metodo utilizzato dall'Ente di Controllo. In fase di caratterizzazione del sito andrà prelevato, ai fini delle analisi granulometriche, un campione per ogni strato rappresentativo indagato.

Nel caso di siti già caratterizzati, in assenza di analisi granulometriche, il proponente, dovrà individuare, secondo criteri di ragionevole conservatività e di concerto con l'Ente di Controllo, gli strati di terreno omogenei rappresentativi del sito/area in cui è applicata l'analisi di rischio, ai fini delle analisi granulometriche.

In entrambi i casi dovranno essere eseguite almeno 3 determinazioni granulometriche per ciascuna tipologia di suolo identificata.

Occorre sottolineare che i campioni prelevati in contraddittorio in fase di caratterizzazione per l'esecuzione delle analisi di validazione da parte dell'Ente di Controllo dovrebbero essere sempre sigillati in campo mediante dispositivi dotati di sistemi di massima sicurezza.

## SCHEMA 1 – Profondità del piano di falda ( $L_{GW}$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Profondità del piano di falda ( $L_{GW}$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	300
<b>Definizione</b>	Rappresenta la distanza tra il piano campagna (p.c.) e la superficie piezometrica dell'acquifero. In particolare, ai fini dell'analisi di rischio, nel caso di acquiferi confinati o semi-confinati, è opportuno far coincidere tale parametro con la distanza tra il p.c. e il top del livello saturo del terreno.
<b>Modalità di determinazione</b>	In generale tale valore dovrebbe essere determinato sulla base di monitoraggi della falda condotti almeno su base annuale. Qualora non possano essere condotte, per motivi di urgenza, campagne su base annuale, il valore rappresentativo potrà essere selezionato secondo criteri di ragionevole conservatività e di concerto con l'Ente di Controllo, tenendo conto dei dati storici e delle misurazioni disponibili.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	In generale il valore massimo (UCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ) risulta maggiormente conservativo se l'analisi di rischio riguarda i terreni (volatilizzazione da zona vadosa). Il parametro entra direttamente in VFWamb e VFwesp e indirettamente nella determinazione di LF (SAM) pertanto quando la via di migrazione attiva è la volatilizzazione da falda e/o la lisciviazione in falda il valore più conservativo è il minimo (LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ).
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).

<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti “self-standing” ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all’Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).
-------------	--

## SCHEDA 2 – Spessore della zona insatura ( $h_v$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Spessore della zona insatura ( $h_v$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	281.2
<b>Definizione</b>	Rappresenta la distanza tra il piano campagna (p.c.) e la frangia capillare.
<b>Modalità di determinazione</b>	Valore dato dalla differenza tra la profondità del piano di falda $L_{GW}$ e lo spessore della frangia capillare $h_{cap}$ (stimabile con l'applicazione dei metodi indiretti riportati nel Manuale APAT rev.2): $h_v = L_{GW} - h_{cap}$
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra direttamente in VFWamb e VFWesp. Quando la via di migrazione attiva è la volatilizzazione da falda e/o la lisciviazione in falda il valore più conservativo è il minimo (LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ). Si sottolinea tuttavia che quando sono attivi anche percorsi di esposizione da suolo insaturo, la scelta del valore del parametro deve essere condotta in coerenza con quella effettuata per $L_{GW}$ , in conformità con i parametri geometrici della sorgente selezionati.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

**SCHEMA 3 – Estensione della sorgente in direzione parallela alla direzione prevalente del vento (W')**

<b>Denominazione del parametro</b>	Estensione della sorgente in direzione parallela alla direzione prevalente del vento (W')
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	4500
<b>Definizione</b>	<p>Coincide con la massima estensione superficiale di suolo insaturo contaminato, lungo la direzione parallela alla direzione prevalente del vento. Tale estensione superficiale è individuata sulla base di quanto indicato al par. 3.1 del Manuale APAT rev.2.</p> <p>Il miglior criterio per l'individuazione della direzione prevalente del vento è quello di utilizzare i diagrammi anemologici determinati da misure desunte da stazioni meteo presenti sul territorio.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione e della direzione prevalente del vento stabilita sulla base di una serie storica di dati (preferibilmente 30 e comunque almeno 10) relativa alla stazione meteo più rappresentativa delle condizioni del sito (quota altimetrica, esposizione, condizioni microclimatiche, ecc.) e prossima al sito stesso. E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione.</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	<p>Il parametro entra in gioco nella determinazione di VFss, PEF e VF samb. Il valore maggiormente conservativo è il massimo.</p>
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	<p>Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).</p>

<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti “self-standing” ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all’Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).
-------------	--

**SCHEMA 4 – Estensione della sorgente in direzione ortogonale alla direzione prevalente del vento (Sw')**

<b>Denominazione del parametro</b>	Estensione della sorgente in direzione ortogonale alla direzione prevalente del vento
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	4500
<b>Definizione</b>	<p>Coincide con la massima estensione superficiale di suolo insaturo contaminato, lungo la direzione ortogonale alla direzione prevalente del vento. Tale estensione superficiale è individuata sulla base di quanto indicato al par. 3.1 del Manuale APAT rev.2..</p> <p>Il miglior criterio per l'individuazione della direzione prevalente del vento è quello di utilizzare i diagrammi anemologici determinati da misure desunte da stazioni meteo presenti sul territorio.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione e della direzione prevalente del vento stabilita sulla base di una serie storica di dati (preferibilmente 30 e comunque almeno 10) relativa alla stazione meteo più rappresentativa delle condizioni del sito (quota altimetrica, esposizione, condizioni microclimatiche, ecc.) e prossima al sito stesso. E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	<p>Il parametro entra in gioco nella determinazione di ADF. In analogia a Sw, il valore maggiormente conservativo è il massimo.</p>
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	<p>Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).</p>

<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti “self-standing” ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all’Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).
-------------	--

## SCHEDA 5 – Area della sorgente rispetto alla direzione prevalente del vento (A')

<b>Denominazione del parametro</b>	Area della sorgente rispetto alla direzione prevalente del vento (A')
<b>Unità di misura</b>	cm <sup>2</sup>
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	20250000
<b>Definizione</b>	L'area della sorgente rispetto alla direzione prevalente del vento A' [cm <sup>2</sup> ] risulta essere data da prodotto tra l'estensione della sorgente nella direzione parallela W' e ortogonale S <sub>w</sub> ' a quella principale del vento: $A' = W' \times S_w'$
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato indirettamente come prodotto di W' e S <sub>w</sub> '.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Non entra in gioco direttamente in nessuno dei fattori di trasporto, ma può essere richiesto dai software per il calcolo di W' e S <sub>w</sub> '. Il valore più conservativo è quindi, come per W' ed S <sub>w</sub> ', il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

**SCHEDA 6 –Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c. (Ls(SS))**

<b>Denominazione del parametro</b>	Profondità del top della sorgente nel suolo superficiale rispetto al p.c. (Ls (SS))
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	0
<b>Definizione</b>	Rappresenta la distanza tra il piano campagna e il top della sorgente di contaminazione nel suolo superficiale insaturo. In accordo con i criteri per la definizione della geometria della sorgente, il top della sorgente di contaminazione nel suolo superficiale coincide con la minima profondità rispetto al p.c. (compresa tra 0 e -1m), alla quale è stata riscontrata concentrazione di almeno un contaminante superiore ai valori di riferimento indicati dalla normativa vigente.
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione. E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo di VF <sub>sp</sub> . Il valore maggiormente conservativo è il minimo (compreso tra 0 e -1m da p.c.).
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

**SCHEDA 7 –Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c. (L<sub>s</sub>(SP))**

<b>Denominazione del parametro</b>	Profondità del top della sorgente nel suolo profondo rispetto al p.c.
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	100
<b>Definizione</b>	Rappresenta la distanza tra il piano campagna e il top della sorgente di contaminazione nel suolo profondo insaturo. In accordo ai criteri per la definizione della geometria della sorgente, il top della sorgente di contaminazione nel suolo profondo insaturo coincide con la minima profondità rispetto al p.c. (compresa tra -1m e L <sub>GW</sub> ), alla quale è stata riscontrata concentrazione di almeno un contaminante superiore ai valori di riferimento indicati dalla normativa vigente. Per il suolo profondo si ha che il valore minimo di L <sub>s</sub> è 1 m.
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione. E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo di VF <sub>samb</sub> e VF <sub>wesp</sub> . Il valore maggiormente conservativo è il minimo (compreso tra -1m da p.c. e L <sub>GW</sub> )
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

## SCHEDA 8 –Profondità della base della sorgente rispetto al p.c. ( $L_f$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Profondità della base della sorgente rispetto al p.c. ( $L_f$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	300
<b>Definizione</b>	<p>Rappresenta la distanza tra il piano campagna e la base della sorgente di contaminazione nel suolo superficiale e/o profondo insaturo. In accordo ai criteri per la definizione della geometria della sorgente, la base della sorgente di contaminazione nel suolo superficiale e/o profondo insaturo coincide con la massima profondità rispetto al p.c. alla quale è stata riscontrata concentrazione di almeno un contaminante superiore ai valori di riferimento indicati dalla normativa vigente.</p> <p>Per il suolo superficiale si ha che il valore massimo di <math>L_f</math> è 1 m,</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione. E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo del SAM e quindi di LF. Il valore maggiormente conservativo è il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

## SCHEDA 9 –Spessore della sorgente nel suolo profondo insaturo ( $d_s$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Spessore della sorgente nel suolo profondo insaturo ( $d_s$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	200
<b>Definizione</b>	Lo spessore della sorgente di contaminazione in suolo profondo insaturo è dato dalla seguente relazione: $d_s = L_f - L_s(SP)$
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione. E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo del SAM e quindi di LF. Il valore maggiormente conservativo è il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

## SCHEDA 10 – Spessore della sorgente nel suolo superficiale insaturo (d)

<b>Denominazione del parametro</b>	Spessore della sorgente nel suolo superficiale insaturo (d)
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	100
<b>Definizione</b>	Lo spessore della sorgente di contaminazione in suolo superficiale insaturo è dato dalla seguente relazione: $d = L_f - L_s(SS)$
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione. E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo del SAM e quindi di LF. Il valore maggiormente conservativo è il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

## SCHEMA 11 –Soggiacenza della falda rispetto al top della sorgente ( $L_F$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Soggiacenza della falda rispetto al top della sorgente ( $L_F$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	300
<b>Definizione</b>	<p>La soggiacenza dell’acquifero rispetto al top della sorgente si può ricavare dalla seguente relazione:</p> $L_F = L_{GW} - L_s$ <p>Per il suolo profondo si ha che il valore minimo di <math>L_s</math> è 1 m.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione. E’ opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo del SAM e quindi di $L_F$ . Il valore maggiormente conservativo è il minimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell’Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall’Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un “pool” di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti “self-standing” ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all’Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

## SCHEDA 12 - Densità del suolo ( $\rho_s$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Densità del suolo ( $\rho_s$ )
<b>Unità di misura</b>	$\text{g/cm}^3$
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	1.7
<b>Definizione</b>	<p>Per densità del suolo si intende la massa volumica apparente (soil bulk density) <math>\rho_s</math>, che rappresenta il rapporto tra la massa del suolo essiccato (<math>105^\circ \text{C}</math>) ed il suo volume totale.</p> <p>Tale parametro non deve essere confuso con la massa volumica reale delle particelle di suolo (soil particle density), che invece viene espressa come rapporto tra la massa del suolo essiccato e il volume delle particelle solide di suolo. Per la stima indiretta di <math>\rho_s</math> si assume un valore pari a <math>1,7 \text{ g/cm}^3</math> indipendentemente dal tipo di suolo in esame, che rappresenta la media del suo possibile range di valori (<math>1,6 - 1,75 \text{ g/cm}^3</math>) [Connor et al., 1996].</p> <p>Per la determinazione di questo parametro si consiglia di fare riferimento ai Metodi di Analisi Fisica del Suolo” (MAFS), Pubblicati dal Ministero per le Politiche Agricole - Osservatorio Nazionale Pedologico - 1997. (D.M. 01/08/1997) Suppl. Ord. G.U. n. 173 del 2/9/97 o alle norme tecniche disponibili (UNI, ISO, ASTM, ecc.). E’ comunque necessario che il proponente si adegui al metodo utilizzato dall’Ente di Controllo.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinata attraverso prove di laboratorio per la tipologia di terreno rappresentativa (individuata attraverso l’analisi delle stratigrafie e le prove granulometriche). Devono essere eseguite dal proponente almeno 3 misure dalle quali ricavare un valore rappresentativo.

<p><b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b></p>	<p>Il parametro ha una bassa sensitività, tuttavia la determinazione sito-specifica è, in generale, relativamente semplice e veloce.</p> <p>Il parametro entra nel calcolo di VF<sub>ss</sub>, VF<sub>samb</sub>, VF<sub>sesp</sub>, LF e 1/DAF (per <math>\lambda \neq 0</math>), il valore più conservativo è il massimo (UCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in <math>N &gt; 10</math>), ad eccezione che per il calcolo di 1/DAF, per il quale il valore più conservativo è il minimo (LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in <math>N &gt; 10</math>).</p>
<p><b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b></p>	<p>Si richiede la validazione analitica di almeno un campione da parte dell'Ente di Controllo e la supervisione delle misure eseguite dal proponente.</p>
<p><b>Note</b></p>	<p>La validazione del parametro deve essere preceduta da una verifica dei metodi di misura utilizzati: in particolare il proponente e l'Ente di Controllo dovranno utilizzare lo stesso metodo.</p>

### SCHEMA 13 –Infiltrazione efficace ( $I_{ef}$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Infiltrazione efficace ( $I_{ef}$ )
<b>Unità di misura</b>	cm/anno
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	30
<b>Definizione</b>	<p>Applicando l'equazione di bilancio idrologico, espressa nei minimi termini, l'infiltrazione efficace (<math>I_{ef}</math>) è data dalla relazione:</p> $I_{ef} = P - (ET + S)$ <p>dove P indica la precipitazione atmosferica [cm/d], ET tiene conto dei fenomeni di evaporazione e traspirazione della copertura vegetale, ed S indica lo scorrimento superficiale ( o ruscellamento superficiale).</p> <p>Nel caso in cui la sorgente secondaria di contaminazione sia costituita da terreno omogeneo o approssimabile come tale, l'infiltrazione efficace media annua può essere stimata in funzione delle precipitazioni medie annue e del tipo di tessitura prevalente nel suolo (sabbiosa, limosa o argillosa) a mezzo delle seguenti relazioni empiriche:</p> $I_{ef} = 0,0018 \cdot P^2 \quad \text{per terreni sabbiosi (SAND)}$ $I_{ef} = 0,0009 \cdot P^2 \quad \text{per terreni limosi (SILT)}$ $I_{ef} = 0,00018 \cdot P^2 \quad \text{per terreni sabbiosi (CLAY)}$ <p>dove le suddette correlazioni prevedono valori di precipitazione media annua (P) e di infiltrazione efficace (I) espressi in cm/anno.</p>

<b>Definizione</b> <i>(continua)</i>	<p>Inoltre, per correlare le relazioni sopra riportate con la classificazione dei terreni compositi basata sul metodo dell'USDA, si sottolinea che :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Nella classe SAND sono comprese le tessiture: Sand, Loamy Sand e Sandy Loam;</li> <li>· Nella classe SILT sono comprese le tessiture: Sandy Clay Loam, Loam, Silt Loam e Silt;</li> <li>· Nella classe CLAY sono comprese le tessiture: Clay Loam, Silty Clay Loam, Silty Clay, Sandy Clay e Clay.</li> </ul> <p>Le suddette relazioni empiriche sono riferite ad un suolo ricoperto di erba.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Può essere determinata mediante l'applicazione delle formule riportate nel manuale APAT-ARPA-ISS-ISPEL utilizzando dati di piovosità ricavati da serie storiche di dati (relative ad un periodo di osservazione preferibilmente di 30 anni e comunque di almeno 10 anni) relative alla stazione meteo più vicina al sito contaminato.</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	<p>Il parametro entra nel calcolo di LF. Il valore maggiormente conservativo è il massimo.</p> <p>Devono essere quindi riportati i valori di piovosità media annua (per una serie storica relativa ad un periodo di osservazione preferibilmente di 30 anni e comunque almeno di 10 anni) e deve essere utilizzato il valore massimo relativo alle serie storica considerata. Tale valore deve essere utilizzato per il calcolo dell'infiltrazione efficace (I).</p>
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	<p>Si richiede di verificare l'attendibilità delle fonti dei dati di piovosità utilizzati che devono essere relativi alla stazione meteo più vicina al sito/area in cui è applicata l'analisi di rischio. Si richiede inoltre la verifica numerica dei risultati delle formule applicate.</p>
<b>Note</b>	<p>Al proponente deve essere richiesta la presentazione dei dati utilizzati per il calcolo del valore rappresentativo di piovosità (massimo).</p>

## SCHEDA 14 – Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo ( $f_{oc}$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Frazione di carbonio organico nel suolo insaturo ( $f_{oc}$ )
<b>Unità di misura</b>	g-C/g-suolo
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	0.01
<b>Definizione</b>	<p>In primo luogo si osserva che tale parametro dovrebbe essere sempre determinato in fase di caratterizzazione del sito.</p> <p>Il contenuto di carbonio organico nel suolo è convenzionalmente correlato con quello della sostanza organica presente, infatti quest'ultima è pari a 1,724 volte il contenuto di carbonio organico.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Il parametro va determinato attraverso prove di laboratorio. Nel caso di siti già caratterizzati, o di siti nei quali sia già nota l'estensione della potenziale sorgente di contaminazione, le prove devono essere condotte in riferimento alla litologia maggiormente rappresentativa della potenziale contaminazione (individuata attraverso le risultanze analitiche dei campioni analizzati, l'analisi delle stratigrafie e le prove granulometriche). In questo caso devono essere eseguite almeno 3 misure dalle quali ricavare il valore rappresentativo. Nel caso di siti non ancora caratterizzati, ovvero di siti nei quali non è nota la presenza e/o l'estensione della potenziale sorgente di contaminazione, il parametro va determinato su tutti i campioni indagati per le analisi chimiche.</p> <p>Per i metodi di misura si consiglia di fare riferimento al Decreto Ministeriale 13 settembre 1999, Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo". (Suppl. Ordinario n.185-n.248 del 21/10/99)</p> <p>Si ricorda comunque che è necessario che il proponente si adegui al metodo utilizzato dall'Ente di Controllo.</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo di VF <sub>ss</sub> , VF <sub>samb</sub> , VF <sub>se</sub> , e LF. Il valore maggiormente conservativo è il minimo (LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in N>10).

<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Si richiede la validazione analitica di almeno un campione da parte dell'Ente di Controllo e la supervisione delle misure eseguite dal proponente.
<b>Note</b>	La validazione del parametro deve essere preceduta da una verifica dei metodi di misura utilizzati: in particolare il proponente e l'Ente di Controllo dovranno utilizzare lo stesso metodo.

## SCHEDA 15 –pH del suolo insaturo (pH)

<b>Denominazione del parametro</b>	pH del suolo insaturo (pH)
<b>Unità di misura</b>	adimensionale
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	6.8
<b>Definizione</b>	<p>Il pH è una scala di misura dell'acidità di una soluzione acquosa e si definisce come cologaritmo in base 10 della concentrazione degli ioni H<sup>+</sup>:</p> $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+].$ <p>Il pH solitamente assume valori compresi tra 0 (acido forte) e 14 (base forte). Al valore intermedio di 7 corrisponde la condizione di neutralità, tipica dell'acqua pura a 25°C.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Il parametro va determinato attraverso prove di laboratorio. Nel caso di siti già caratterizzati, o di siti nei quali sia già nota l'estensione della potenziale sorgente di contaminazione, le prove devono essere condotte in riferimento alla litologia maggiormente rappresentativa della potenziale contaminazione (individuata attraverso le risultanze analitiche dei campioni analizzati, l'analisi delle stratigrafie e le prove granulometriche). In questo caso devono essere eseguite almeno 3 misure dalle quali ricavare il valore rappresentativo. Nel caso di siti non ancora caratterizzati, ovvero di siti nei quali non è nota la presenza e/o l'estensione della potenziale sorgente di contaminazione, il parametro va determinato su tutti i campioni indagati per le analisi chimiche.</p> <p>Per i metodi di misura si consiglia di fare riferimento al Decreto Ministeriale 13 settembre 1999, Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo". (Suppl. Ordinario n.185-n.248 del 21/10/99).</p> <p>Si ricorda comunque che è necessario che il proponente si adegui al metodo utilizzato dall'Ente di Controllo.</p>

<p><b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b></p>	<p>Il parametro influenza il <math>K_d</math> per le sostanze inorganiche e il <math>K_{oc}</math> per le sostanze organiche in modo differente (dipende dalle caratteristiche della sostanza). Ad esempio, per gli acidi organici il valore più conservativo di pH risulta essere il massimo, mentre per i metalli il valore più conservativo risulta essere il minimo.</p> <p>Se sono disponibili misure di <math>K_d</math> sito-specifiche, eseguite secondo il metodo suggerito da APAT ed ISS e riportato nella nota APAT 011376 del 4 Aprile 2007 pubblicata sul sito dell'Agenzia al seguente indirizzo: <a href="http://www.apat.gov.it/site/_files/Suolo_Territorio/TEC_metodo.pdf">http://www.apat.gov.it/site/_files/Suolo_Territorio/TEC_metodo.pdf</a> è possibile fare riferimento alle misure effettuate; altrimenti è opportuno effettuare due distinte simulazioni utilizzando sia il valore massimo (UCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in <math>N &gt; 10</math>) che il minimo (LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in <math>N &gt; 10</math>) di pH e selezionare il valore di pH che fornisce stime maggiormente conservative in termini di rischio associato.</p>
<p><b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b></p>	<p>Si richiede la validazione analitica di almeno un campione da parte dell'Ente di Controllo e la supervisione delle misure eseguite dal proponente.</p>
<p><b>Note</b></p>	<p>La validazione del parametro deve essere preceduta da una verifica dei metodi di misura utilizzati: in particolare il proponente e l'Ente di Controllo dovranno utilizzare lo stesso metodo.</p> <p>Si osserva che esistono diversi metodi di determinazione del pH che possono dare, in taluni casi, valori significativamente diversi (misura in <math>H_2O</math>, <math>KCl</math> e <math>CaCl_2</math>). Per quanto riguarda i metalli, il dato più conservativo è quello ottenuto dalla misura in <math>CaCl_2</math> che considera anche l'acidità scambiabile.</p>

## SCHEDA 16 – Spessore dell'acquifero ( $d_a$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Spessore dell'acquifero ( $d_a$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	-
<b>Definizione</b>	<p>Lo spessore dell'acquifero superficiale è definito come la distanza tra la quota piezometrica (slm) e la quota dello strato impermeabile (slm).</p> <p>In particolare, ai fini dell'analisi di rischio, nel caso di acquiferi confinati o semi-confinati, è opportuno far coincidere tale parametro con la differenza tra la quota del top del livello saturo del terreno (slm) e la quota dello strato impermeabile (slm).</p> <p>Questo parametro rientra nel calcolo della zona di miscelazione della falda (<math>\delta_{gw}</math>).</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	Calcolato indirettamente sulla base del valore assunto dalla profondità del piano di falda e dalla profondità del livello impermeabile che costituisce la base dell'acquifero.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Entra nel calcolo di $\delta_{gw}$ e quindi di LF e 1/DAF. Il valore maggiormente conservativo è il minimo (LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ).
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

**SCHEMA 17 – Estensione della sorgente in direzione parallela alla direzione del flusso di falda (W)**

<b>Denominazione del parametro</b>	Estensione della sorgente in direzione parallela alla direzione del flusso di falda (W)
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	4500
<b>Definizione</b>	<u>Nel caso in cui si valuti il trasporto degli inquinanti nelle acque sotterranee a partire da una sorgente presente nel suolo insaturo, coincide con la massima estensione superficiale della sorgente nel suolo insaturo lungo la direzione parallela al flusso di falda. Nel caso in cui si valuti il trasporto degli inquinanti nelle acque sotterranee a partire da una sorgente presente in falda, coincide con la massima estensione superficiale della sorgente in falda lungo la direzione parallela al flusso della stessa.</u> Tale estensione superficiale è individuata sulla base di quanto indicato al par. 3.1 del Manuale APAT rev.2.
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinata su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione e della direzione prevalente del flusso di falda. E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra in gioco nella determinazione di LF. Il valore maggiormente conservativo è il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).

<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti “self-standing” ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all’Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).
-------------	--

**SCHEDA 18 – Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda ( $S_w$ )**

<b>Denominazione del parametro</b>	Estensione della sorgente nella direzione ortogonale al flusso di falda ( $S_w$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	4500
<b>Definizione</b>	<u>Nel caso in cui si valuti il trasporto degli inquinanti nelle acque sotterranee a partire da una sorgente presente nel suolo insaturo, coincide con la massima estensione superficiale della sorgente nel suolo insaturo lungo la direzione ortogonale al flusso di falda. Nel caso in cui si valuti il trasporto degli inquinanti nelle acque sotterranee a partire da una sorgente presente in falda, coincide con la massima estensione superficiale della sorgente in falda lungo la direzione ortogonale al flusso della stessa.</u> Tale estensione superficiale è individuata sulla base di quanto indicato al par. 3.1 del Manuale APAT rev.2.
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinata su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione e della direzione prevalente del flusso di falda. E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra in gioco nella determinazione di 1/DAF (con $\lambda \neq 0$ ). Il valore maggiormente conservativo è il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).

<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti “self-standing” ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all’Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).
-------------	--

## SCHEDA 19 –Area della sorgente rispetto alla direzione del flusso di falda (A)

<b>Denominazione del parametro</b>	Area della sorgente rispetto alla direzione del flusso di falda (A)
<b>Unità di misura</b>	cm <sup>2</sup>
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	20250000
<b>Definizione</b>	Tale parametro è dato dalla seguente relazione: $A = W \times S_w$
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato indirettamente come prodotto di W e S <sub>w</sub> .
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Non entra in gioco direttamente in nessuno dei fattori di trasporto, ma è richiesto dai software per il calcolo di W e S <sub>w</sub> . Il valore più conservativo è quindi, come per W ed S <sub>w</sub> , il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

**SCHEMA 20 – Estensione della sorgente in falda nella direzione parallela alla direzione prevalente del vento (W')**

<b>Denominazione del parametro</b>	Estensione della sorgente in falda nella direzione parallela alla direzione prevalente del vento (W')
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	4500
<b>Definizione</b>	<p>Coincide con la massima estensione superficiale della sorgente di contaminazione in falda, lungo la direzione parallela alla direzione prevalente del vento. Tale estensione superficiale è individuata sulla base di quanto indicato al par. 3.1 del Manuale APAT rev.2..</p> <p>Il miglior criterio per l'individuazione della direzione prevalente del vento è quello di utilizzare i diagrammi anemologici determinati da misure desunte da stazioni meteo presenti sul territorio</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione e della direzione prevalente del vento stabilita sulla base di una serie storica di dati (preferibilmente 30 e comunque almeno 10) relativa alla stazione meteo più rappresentativa delle condizioni del sito (quota altimetrica, esposizione, condizioni microclimatiche, ecc.) e prossima al sito stesso.</p> <p>E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra in gioco nella determinazione di VFWamb. Il valore maggiormente conservativo è il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).

<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti “self-standing” ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all’Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).
-------------	--

**SCHEDA 21 – Estensione della sorgente in falda nella direzione ortogonale alla direzione prevalente del vento (Sw')**

<b>Denominazione del parametro</b>	Estensione della sorgente in falda nella direzione ortogonale alla direzione prevalente del vento (Sw' )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	4500
<b>Definizione</b>	<p>Coincide con la massima estensione superficiale della sorgente di contaminazione in falda, lungo la direzione ortogonale alla direzione prevalente del vento. Tale estensione superficiale è individuata sulla base di quanto indicato al par. 3.1 del Manuale APAT rev.2..</p> <p>Il miglior criterio per l'individuazione della direzione prevalente del vento è quello di utilizzare i diagrammi anemologici determinati da misure desunte da stazioni meteo presenti sul territorio. In assenza di tali misure, si fa coincidere con la massima estensione del sito.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Determinato su idonea cartografia sulla base dei dati di caratterizzazione e della direzione prevalente del vento stabilita da una serie storica di dati (preferibilmente di 30 anni e comunque non meno di 10) relativa alla stazione meteo più vicina al sito contaminato.</p> <p>E' opportuno che tale parametro sia determinato anche tenendo conto delle risultanze della validazione, da parte degli Enti di Controllo, dei dati analitici ottenuti in fase di caratterizzazione</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra in gioco nella determinazione di ADF. In analogia a Sw, il valore maggiormente conservativo è il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).

<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti “self-standing” ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all’Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).
-------------	--

**SCHEDA 22 – Area della sorgente in falda rispetto alla direzione prevalente del vento (A')**

<b>Denominazione del parametro</b>	Area della sorgente rispetto alla direzione prevalente del vento (A')
<b>Unità di misura</b>	cm <sup>2</sup>
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	20250000
<b>Definizione</b>	L'area della sorgente in falda rispetto alla direzione prevalente del vento A' [cm <sup>2</sup> ] risulta essere data da prodotto tra l'estensione della sorgente in falda nella direzione parallela W' e ortogonale S <sub>w</sub> ' a quella principale del vento:  $A' = W' \times S'_w$
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato indirettamente come prodotto di W' e S <sub>w</sub> '.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Non entra in gioco direttamente in nessuno dei fattori di trasporto, ma può essere richiesto dai software per il calcolo di W' e S <sub>w</sub> '. Il valore più conservativo è quindi, come per W' ed S <sub>w</sub> ', il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

## SCHEDA 23 –Velocità di Darcy ( $v_{gw}$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Velocità di Darcy ( $v_{gw}$ )
<b>Unità di misura</b>	cm/anno
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	2500
<b>Definizione</b>	<p>Il moto dell'acqua in un mezzo poroso saturo è rappresentato dalla Legge di Darcy, secondo cui la velocità del flusso idrico o velocità di Darcy <math>v_{gw}</math>, data dal rapporto tra la portata Q defluente attraverso una sezione retta A e la sezione stessa, è proporzionale al gradiente idraulico <math>i</math> secondo la conducibilità idraulica del terreno <math>K_{sat}</math>:</p> $v_{gw} = K_{sat} \cdot i$
<b>Modalità di determinazione</b>	Si determina come prodotto tra $K_{sat}$ e $i$
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo di LF (per tale calcolo il valore più conservativo è il minimo - LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ) e di 1/DAF con $\lambda \neq 0$ (per tale calcolo il valore più conservativo è il massimo - UCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ).
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Si richiede la verifica da parte dell'Ente di Controllo dei valori di $K_{sat}$ e $i$ utilizzati (vedi schede 24 e 25). Si richiede inoltre la verifica numerica dei risultati delle formule applicate.
<b>Note</b>	

## SCHEDA 24 – Conducibilità idraulica del terreno saturo ( $K_{sat}$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Conducibilità idraulica del terreno saturo ( $K_{sat}$ )
<b>Unità di misura</b>	cm/anno
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	---
<b>Definizione</b>	La conducibilità idraulica a saturazione o coefficiente di permeabilità $K_{sat}$ è una misura che indica la capacità di un terreno saturo di trasmettere l'acqua. In un terreno isotropo e omogeneo $K_{sat} = cost.$ Questo dipende dalla geometria dei pori (tessitura e struttura) e dalle proprietà del fluido, in particolare dalla viscosità e dalla densità.
<b>Modalità di determinazione</b>	Tale parametro deve essere ricavato preferibilmente mediante l'esecuzione di prove <i>in situ</i> che consentano di valutare le caratteristiche idrauliche dell'intera falda, tenendo conto anche dell'eterogeneità dell'acquifero.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo di LF (per tale calcolo il valore più conservativo è il minimo - LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ) e di 1/DAF con $\lambda \neq 0$ (per tale calcolo il valore più conservativo è il massimo - UCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ).
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Si richiede la verifica in campo da parte dell'Ente di Controllo delle modalità di esecuzione delle prove <i>in situ</i> e di elaborazione dei risultati. Analoga verifica deve essere effettuata per le prove di permeabilità eseguite in laboratorio.
<b>Note</b>	La tipologia di prova da eseguire deve essere concordata dal proponente con l'Ente di Controllo, in funzione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche del sito.

## SCHEDA 25 –Gradiente idraulico (i)

<b>Denominazione del parametro</b>	Gradiente idraulico (i)
<b>Unità di misura</b>	adimensionale
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	---
<b>Definizione</b>	<p>In un mezzo saturo, si definisce carico piezometrico <math>h</math> in un dato punto A la somma tra l'altezza geometrica <math>z_A</math> (distanza del punto considerato da un piano arbitrario di riferimento <math>z = 0</math>) e l'altezza di pressione <math>\frac{p_A}{\rho g}</math> (risalita dell'acqua per effetto della sua pressione <math>p_A</math>, dove <math>\rho</math> è la densità del fluido e <math>g</math> è l'accelerazione di gravità):</p> $h = z + \frac{p}{\rho g}$ <p>La differenza <math>\Delta h</math> di livello piezometrico tra due punti è pertanto considerata una misura rappresentativa della perdita di carico effettiva dovuta al flusso dell'acqua nel terreno. Il rapporto tra la perdita di carico piezometrico <math>\Delta h</math> e il tratto <math>L</math> in cui essa si verifica è definito gradiente idraulico:</p> $i = \frac{\Delta h}{L}$ <p>Tale parametro è utile nella determinazione della direzione di scorrimento della falda e nella stima della velocità di Darcy nel terreno saturo.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato per via cartografica attraverso la rappresentazione delle curve isopiezometriche.
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo di LF (per tale calcolo il valore più conservativo è il minimo - LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ) e di 1/DAF con $\lambda \neq 0$ (per tale calcolo il valore più conservativo è il massimo - UCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ).

<p><b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b></p>	<p>Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).</p>
<p><b>Note</b></p>	<p>Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).</p>

## SCHEDA 26 –Frazione di carbonio organico nel suolo saturo ( $f_{oc}$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Frazione di carbonio organico nel suolo saturo ( $f_{oc}$ )
<b>Unità di misura</b>	g-C/g-suolo
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	0.001
<b>Definizione</b>	<p>In primo luogo si osserva che tale parametro dovrebbe essere sempre determinato in fase di caratterizzazione del sito.</p> <p>Il contenuto di carbonio organico nel suolo è convenzionalmente correlato con quello della sostanza organica presente, infatti quest'ultima è pari a 1,724 volte il contenuto di carbonio organico.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	<p><u>Il parametro va determinato attraverso prove di laboratorio nel caso in cui si decida di valutare su base sito-specifica la costante di decadimento (<math>\lambda</math>) dei contaminanti di interesse ai fini dell'analisi di rischio. Nel caso di siti già caratterizzati, o di siti nei quali sia già nota l'ubicazione della potenziale sorgente di contaminazione nelle acque, devono essere eseguite almeno 3 misure, su altrettanti campioni di terreno saturo, dalle quali ricavare il valore rappresentativo. Nel caso di siti non ancora caratterizzati, ovvero di siti nei quali non è nota la presenza e/o l'estensione della potenziale sorgente di contaminazione, il parametro deve essere determinato sui campioni di terreno saturo previsti dal Piano di Caratterizzazione. E' comunque necessario rispettare il numero minimo di 3 misurazioni.</u></p> <p>Per i metodi di misura si consiglia di fare riferimento al Decreto Ministeriale 13 settembre 1999, Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo". (Suppl. Ordinario n.185-n.248 del 21/10/99)</p> <p>Si ricorda comunque che è necessario che il proponente si adegui al metodo utilizzato dall'Ente di Controllo.</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo di 1/DAF (per $\lambda \neq 0$ ). Il valore maggiormente conservativo è il minimo (LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in $N > 10$ ).

<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Si richiede la validazione analitica di almeno un campione da parte dell'Ente di Controllo e la supervisione delle misure eseguite dal proponente.
<b>Note</b>	

## SCHEDA 27 – pH del suolo saturo (pH)

<b>Denominazione del parametro</b>	pH del suolo saturo (pH)
<b>Unità di misura</b>	adimensionale
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	6.8
<b>Definizione</b>	<p>Il pH è una scala di misura dell'acidità di una soluzione acquosa e si definisce come cologaritmo in base 10 della concentrazione degli ioni H<sup>+</sup>:</p> $\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+].$ <p>Il pH solitamente assume valori compresi tra 0 (acido forte) e 14 (base forte). Al valore intermedio di 7 corrisponde la condizione di neutralità, tipica dell'acqua pura a 25°C.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	<p><u>Il parametro va determinato attraverso prove di laboratorio. Nel caso di siti già caratterizzati, o di siti nei quali sia già nota l'ubicazione della potenziale sorgente di contaminazione nelle acque, devono essere eseguite almeno 3 misure, su altrettanti campioni di terreno saturo, dalle quali ricavare il valore rappresentativo. Nel caso di siti non ancora caratterizzati, ovvero di siti nei quali non è nota la presenza e/o l'estensione della potenziale sorgente di contaminazione, il parametro deve essere determinato sui campioni di terreno saturo previsti dal Piano di Caratterizzazione. E' comunque necessario rispettare il numero minimo di 3 misurazioni.</u></p> <p>Per i metodi di misura si consiglia di fare riferimento al Decreto Ministeriale 13 settembre 1999, Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo". (Suppl. Ordinario n.185-n.248 del 21/10/99).</p> <p>Si ricorda comunque che è necessario che il proponente si adegui al metodo utilizzato dall'Ente di Controllo.</p>

<p><b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b></p>	<p>Il parametro influenza il <math>K_d</math> per le sostanze inorganiche e il <math>K_{oc}</math> per le sostanze organiche in modo differente (dipende dalle caratteristiche della sostanza). Ad esempio, per gli acidi organici il valore più conservativo di pH risulta essere il massimo, mentre per i metalli il valore più conservativo risulta essere il minimo.</p> <p>Se sono disponibili misure di <math>K_d</math> sito-specifiche, eseguite secondo il metodo suggerito da APAT ed ISS e riportato nella nota APAT 011376 del 4 Aprile 2007 pubblicata sul sito dell'Agenzia al seguente indirizzo: <a href="http://www.apat.gov.it/site/_files/Suolo_Territorio/TEC_metodo.pdf">http://www.apat.gov.it/site/_files/Suolo_Territorio/TEC_metodo.pdf</a> è possibile fare riferimento alle misure effettuate; altrimenti è opportuno effettuare due distinte simulazioni utilizzando sia il valore massimo (UCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in <math>N &gt; 10</math>) che il minimo (LCL 95% se i dati rappresentativi a disposizione sono in <math>N &gt; 10</math>) di pH e selezionare il valore di pH che fornisce stime maggiormente conservative in termini di rischio associato.</p>
<p><b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b></p>	<p>Si richiede la validazione analitica di almeno un campione da parte dell'Ente di Controllo e la supervisione delle misure eseguite dal proponente.</p>
<p><b>Note</b></p>	<p>La validazione del parametro deve essere preceduta da una verifica dei metodi di misura utilizzati: in particolare il proponente e l'Ente di Controllo dovranno utilizzare lo stesso metodo.</p>

## SCHEDA 28 –Velocità del vento ( $U_{air}$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Velocità del vento ( $U_{air}$ )
<b>Unità di misura</b>	cm/s
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	225
<b>Definizione</b>	Rappresenta il valore medio annuo nell'area calcolato sulla base dell'elaborazione di una serie storia di dati.
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Il parametro può essere determinato elaborando una serie storica di dati (preferibilmente 30 e comunque almeno 10) relativa alla stazione meteo più rappresentativa delle condizioni del sito (quota altimetrica, esposizione, condizioni microclimatiche, ecc.) e prossima al sito stesso I valori di velocità del vento forniti dalle centraline meteorologiche, in genere, corrispondono a misure effettuate alla quota di 10 m dal p.c. (40 m da p.c. per le centraline antincendio di grandi siti industriali). Per stimare il valore di velocità alla quota di 2 m, e quindi in corrispondenza della zona di miscelazione, è possibile applicare la seguente relazione empirica [S.R. Hanna et al., 1982]:</p> $\frac{U_{air}(z_1)}{U_{air}(z_2)} = \left(\frac{z_1}{z_2}\right)^p$ <p>dove “p” è funzione della classe di stabilità atmosferica e della rugosità del suolo (vedi Tabella 3.2-14 del manuale “Criteri metodologici per l'applicazione dell'analisi assoluta di rischio ai siti contaminati”, rev.2).</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	<p>Il parametro entra in gioco nella determinazione di VF<sub>ss</sub>, VF<sub>samb</sub>, VF<sub>wamb</sub>, PEF. Il valore più conservativo è il minimo.</p> <p>Devono essere quindi riportati i valori di velocità media annua (per una serie storica relativa ad un periodo di osservazione preferibilmente di 30 anni e comunque almeno di 10 anni) e deve essere utilizzato il valore minimo di velocità del vento relativo alle serie storica considerata.</p>

<p><b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b></p>	<p>Si richiede di verificare l'attendibilità delle fonti dei dati utilizzati che devono essere relativi alla stazione meteo più vicina al sito/area in cui è applicata l'analisi di rischio. Si richiede inoltre la verifica numerica dei risultati dei calcoli eseguiti.</p>
<p><b>Note</b></p>	<p>Le centraline meteo possono non registrare venti con velocità &lt; 0,5 m/s che costituiscono in diversi casi la componente prevalente alla quale associare la direzione principale del vento.</p> <p>Al proponente deve essere richiesta la presentazione dei dati utilizzati per il calcolo del valore rappresentativo di velocità del vento.</p>

## SCHEMA 29 –Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione ( $A_b$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Superficie totale coinvolta nell'infiltrazione ( $A_b$ )
<b>Unità di misura</b>	cm <sup>2</sup>
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	700000
<b>Definizione</b>	Rappresenta la superficie dell'edificio complessivamente interessata dal fenomeno di infiltrazione indoor dei contaminanti.
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Nel caso di edificio e/o locale fuori terra, questa coincide con l'area delle fondazioni, ossia l'area della base della struttura:</p> $A_b = a \times b$ <p>Nel caso di locali interrati o seminterrati, tale superficie sarà data dalla somma dell'area della base dell'edificio più l'area delle pareti interrata:</p> $A_b = (a \times b) + 2(a \times c) + 2(b \times c)$ <p>I simboli <math>a</math> e <math>b</math> indicano rispettivamente la larghezza e la lunghezza dell'edificio, mentre <math>c</math> indica l'altezza della parete interrata</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra indirettamente nel calcolo di VF <sub>sest</sub> e VF <sub>wesp</sub> . Il valore maggiormente conservativo è il massimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

### SCHEDA 30 – Spessore delle fondazioni/muri ( $L_{crack}$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Spessore delle fondazioni/muri ( $L_{crack}$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	15
<b>Definizione</b>	Nel caso di locale fuori terra, per spessore delle fondazioni si intende lo spessore del solaio di primo calpestio (comprensivo di massetto e di pavimentazione) dell'edificio assunto come rappresentativo. Nel caso di locale seminterrato, il valore di tale parametro coincide con lo spessore minimo tra quello del solaio di primo calpestio e quello delle pareti perimetrali interrato (coinvolte dal fenomeno di permeazione di vapori contaminati) dell'edificio assunto come rappresentativo
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato per tutte le tipologie di edifici presenti sul sito contaminato attraverso l'analisi della cartografia disponibile (planimetrie, sezioni costruttive, elaborati progettuali). Il valore selezionato sarà quello relativo all'edificio (o agli edifici) con caratteristiche più conservative (ad es. edifici interrati, edifici con poco ricambio d'aria, edifici con maggiore permanenza di lavoratori/residenti).
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo di $VF_{sesp}$ e $VF_{wesp}$ . Il valore maggiormente conservativo è il minimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).



### SCHEMA 31 - Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione ( $L_b$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Rapporto tra volume indoor ed area di infiltrazione (per aree ad uso residenziale o industriale) $L_b$
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	200
<b>Definizione</b>	<p>Nel caso di edifici fuori terra il rapporto tra volume e area dell'edificio coincide con l'altezza <math>h</math> dell'edificio stesso:</p> $L_b = \frac{V_b}{A_b} = h$ <p>Nel caso di locali interrati o seminterrati, tale rapporto risulta inferiore all'altezza dell'edificio, poiché nel calcolo di <math>A_b</math> si tiene conto anche dell'area delle pareti interrate soggette a infiltrazione:</p> $L_b = \frac{V_b}{A_b} < h$
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato per tutte le tipologie di edifici presenti sul sito contaminato attraverso l'analisi della cartografia disponibile (planimetrie, sezioni costruttive, elaborati progettuali). Il valore selezionato sarà quello relativo all'edificio con caratteristiche più conservative (ad es. edifici interrati, edifici con poco ricambio d'aria, edifici con maggiore permanenza di lavoratori/residenti).
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il parametro entra nel calcolo di $V_{F_{sesp}}$ e $V_{F_{wesp}}$ . Il valore maggiormente conservativo è il minimo.
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).

<b>Note</b>	Ai proponenti devono essere richiesti documenti “self-standing” ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all’Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).
-------------	--

**SCHEDA 32 – Distanza tra il top della sorgente nel suolo insaturo (o in falda) e la base delle fondazioni ( $L_T$ )**

<b>Denominazione del parametro</b>	Distanza tra il top della sorgente nel suolo insaturo (o in falda) e la base delle fondazioni ( $L_T$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	Sorgente nel suolo insaturo: 0 Sorgente in falda: 285
<b>Definizione</b>	<p>Tale parametro indica la distanza tra il top della sorgente e la base del solaio di primo calpestio:</p> $L_T = L_S - Z_{crack} \quad (\text{volatilizzazione da suolo insaturo})$ $L_T = L_{GW} - Z_{crack} \quad (\text{volatilizzazione da falda})$ <p>Nel caso di edifici fuori terra, si può ragionevolmente effettuare la seguente approssimazione:</p> $L_T = L_S \quad (\text{volatilizzazione da suolo insaturo})$ $L_T = L_{GW} \quad (\text{volatilizzazione da falda})$ <p>Per il suolo profondo si ha che il valore minimo di <math>L_S</math> è 1 m.</p>
<b>Modalità di determinazione</b>	Determinato per tutte le tipologie di edifici presenti sul sito contaminato attraverso l'analisi della cartografia disponibile (planimetrie, sezioni costruttive, elaborati progettuali). Il valore selezionato sarà quello relativo all'edificio con caratteristiche più conservative (ad es. edifici interrati, edifici con poco ricambio d'aria, edifici con maggiore permanenza di lavoratori/residenti).
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	Il valore non entra direttamente nel calcolo dei fattori di trasporto, tuttavia dipende indirettamente da $L_S$ e $L_{GW}$ con i quali può coincidere per edifici fuori terra. Il valore maggiormente conservativo è pertanto il minimo.

<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).
<b>Note</b>	Il parametro non può essere posto uguale a zero altrimenti l'equazione di J&E perde di significato. Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).

### SCHEDA 33 – Profondità delle fondazioni ( $Z_{crack}$ )

<b>Denominazione del parametro</b>	Profondità delle fondazioni ( $Z_{crack}$ )
<b>Unità di misura</b>	cm
<b>Valore di default (APAT, 2008, Tab 5.1)</b>	15
<b>Definizione</b>	<p>In generale questo parametro indica la distanza tra il piano campagna e la base del solaio di primo calpestio.</p> <p>Nel caso di edifici fuori terra, coincide con lo spessore delle fondazioni:</p> $Z_{crack} = L_{crack}$
<b>Modalità di determinazione</b>	<p>Determinato per tutte le tipologie di edifici presenti sul sito contaminato attraverso l'analisi della cartografia disponibile (planimetrie, sezioni costruttive, elaborati progettuali). Il valore selezionato sarà quello relativo all'edificio con caratteristiche più conservative (ad es. edifici interrati, edifici con poco ricambio d'aria, edifici con maggiore permanenza di lavoratori/residenti).</p>
<b>Identificazione del valore maggiormente conservativo</b>	<p>Il valore non entra direttamente nel calcolo dei fattori di trasporto, tuttavia in analogia con <math>L_{crack}</math>, il valore maggiormente conservativo è pertanto il minimo.</p>
<b>Modalità di validazione da parte dell'Ente di Controllo</b>	<p>Deve essere verificata dall'Ente di Controllo, in fase istruttoria, la documentazione presentata per la condivisione delle scelte effettuate dal proponente. Per la validazione dei dati è necessario coinvolgere un "pool" di tecnici in grado di valutare i parametri presentati, ciascuno per le proprie competenze (geologiche, idrogeologiche, ingegneristiche, chimiche, ecc.).</p>
<b>Note</b>	<p>Ai proponenti devono essere richiesti documenti "self-standing" ovvero che contengano tutti gli elementi necessari all'Ente di Controllo per poter effettuare le proprie valutazioni (dati di caratterizzazione completi, certificati analitici, cartografia, documentazione fotografica, ecc.).</p>

## **BIBLIOGRAFIA**

APAT (2008): “Criteri metodologici per l’applicazione dell’analisi assoluta di rischio ai siti contaminati”, rev 2, [www.apat.it](http://www.apat.it)

U.S. EPA (2001) “RAGS: volume 3 PART A-Process for Conducting Probabilistic Risk Assessment\_Appendix A )”.

U.S. EPA (2001) “Risk Assessment Guidance for Superfund: volume 1; Human Health Evaluation Manual (PART E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment)”, EPA/540/R/99-005, OSWER9285.7-02EP,PB 99-963312.

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (1997), Decreto Ministeriale del 1 agosto 1997, Approvazione dei Metodi di Analisi Fisica del Suolo (G.U. Suppl. Ordinario n. 173 del 2/9/97)

Ministero delle Politiche Agricole e Forestali (1999), Decreto Ministeriale del 13 settembre 1999. Approvazione dei "Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo". (G.U. Suppl. Ordinario n.185-n.248 del 21/10/99)