



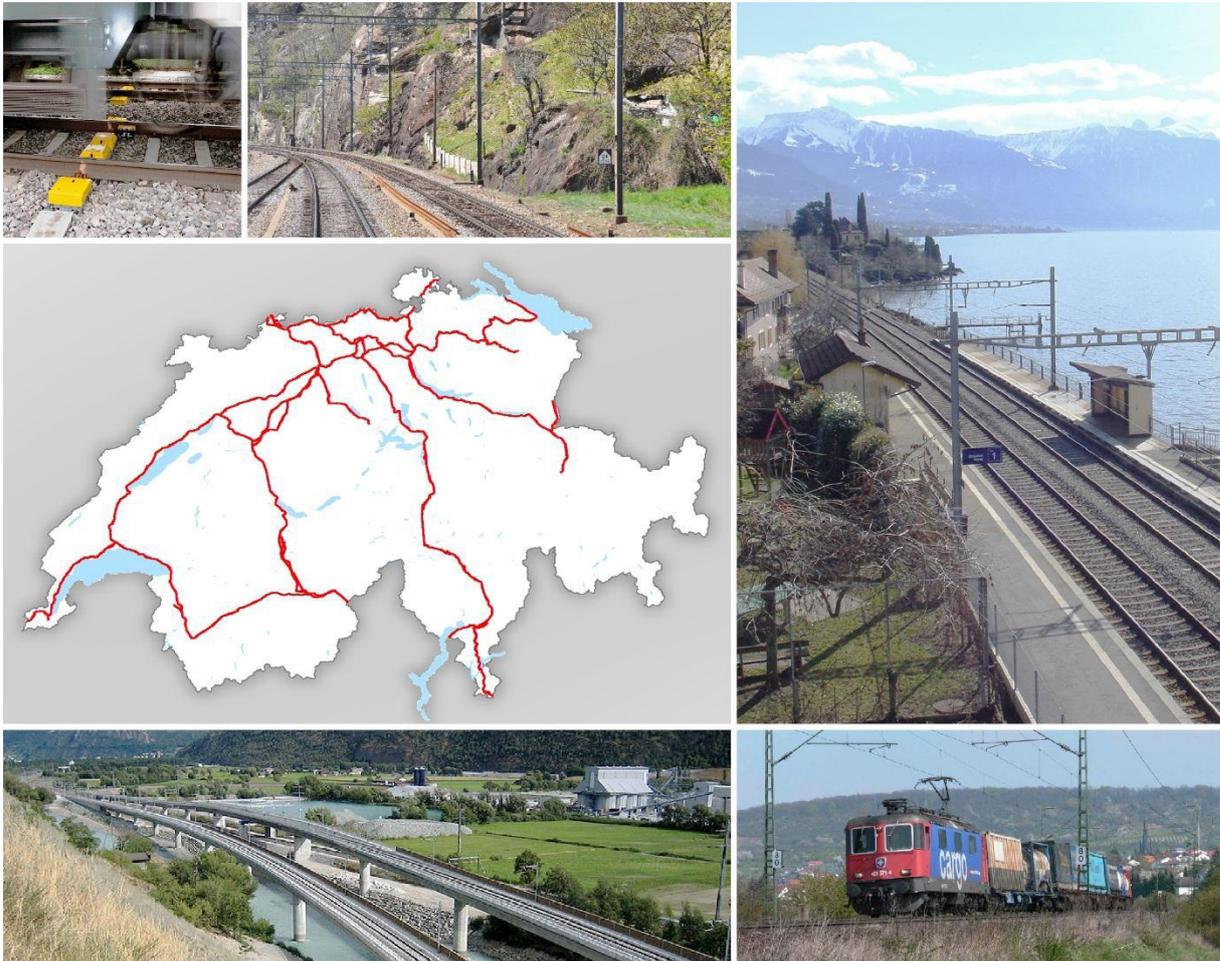
Ernst Basler + Partner AG

marzo 2015

Rischi derivanti dal trasporto di merci pericolose su ferrovia

Screening dei rischi per l'ambiente 2014 su tutta la rete ferroviaria

Rapporto sui risultati





N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

Premessa

I lavori relativi al presente rapporto sono stati accompagnati, sotto la direzione dell'Ufficio federale dei trasporti, dai seguenti rappresentanti delle autorità federali, delle imprese ferroviarie e dei Cantoni:

M. Ammann	UFT, Sezione Ambiente
B. Baumgartner	AfU Cantone di Turgovia
D. Bonomi	UFAM, Sezione Prevenzione degli incidenti rilevanti e mitigazione dei sismi
M. Flisch	Laboratorio cantonale di Berna
J. Hansen	AWEL Cantone di Zurigo
A. Kaufmann	UFT, Sezione Ambiente
P. Kuhn	FFS SA, Divisione Infrastruttura
T. Schaller	UFT, Sezione Ambiente (direzione del progetto fino a dicembre 2012)
S. Schnell	UFT, Sezione Ambiente (direzione del progetto da dicembre 2012)
J. Schöbi	FFS SA, Divisione Infrastruttura
H.P. Stoll	FFS SA, Settore centrale Sicurezza (da maggio 2013 nella Divisione Infrastruttura)
C. Troxler	AfU Cantone di Zugo
J. Vouillamoz	BLS SA, Gestione dei rischi e ambiente (fino ad aprile 2013), da maggio 2013 rappresentante delle FFS SA, Settore centrale Sicurezza
N. Schnitfeld	BLS SA, Gestione della sostenibilità e della sicurezza (da agosto 2014)
R. Zürcher	BLS SA, Gestione della sostenibilità e della sicurezza (fino a luglio 2014)

I seguenti collaboratori della ditta Ernst Basler + Partner incaricata dall'UFT sono stati responsabili dell'elaborazione:

Ch. Graf	Elaborazione del progetto
P. Locher	Direzione ed elaborazione del progetto
Ch. Willi	Elaborazione del progetto
C. Zulauf	Assicurazione della qualità



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

Sommario

1. INTRODUZIONE	4
1.1 SITUAZIONE DI PARTENZA	4
1.2 OBIETTIVI.....	4
1.3 RETE FERROVIARIA ESAMINATA.....	5
2. SVILUPPO DELLO SCREENING DEI RISCHI PER L'AMBIENTE	7
2.1 METODOLOGIA IN SINTESI	7
2.2 RACCOLTA DEI DATI E LORO PREPARAZIONE.....	8
3. QUANTITÀ DI MERCI PERICOLOSE TRASPORTATE	10
4. RISULTATI DELLO SCREENING DEI RISCHI PER L'AMBIENTE 2014	14
4.1 INTRODUZIONE	14
4.2 INDICATORE DI DANNO «ACQUE SUPERFICIALI»	14
4.3 INDICATORE DI DANNO «ACQUE DI FALDA»	22
5. BASI	28



1. Introduzione

1.1 Situazione di partenza

Le vie di comunicazione sulle quali vengono trasportate merci pericolose sono sottoposte all'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti [OPIR, 1991]. Secondo l'OPIR si devono prendere, lungo le vie di comunicazione, tutte le misure di sicurezza necessarie per proteggere la popolazione e l'ambiente da danni gravi in seguito a incidenti rilevanti. L'elemento centrale dell'OPIR è una procedura di controllo e di valutazione articolata in due fasi che permette di verificare le misure di sicurezza adottate e di valutare la sopportabilità dei rischi di incidenti rilevanti per la popolazione e l'ambiente che derivano dal trasporto di merci pericolose. La direzione di tale procedura spetta all'Ufficio federale dei trasporti, che è l'autorità esecutiva competente per le ferrovie.

Nell'ambito della fase procedurale «Rapporto breve» si sono affermate negli ultimi anni delle procedure di screening. Una tale procedura è stata elaborata già nel 2011 per i rischi per la popolazione, cfr. [Tmp ferrovia, 2011]. Secondo [UFAM, 2010] le procedure di screening sono definite come segue: «Procedura adottata per esaminare i rischi relativi a un'intera rete di vie di comunicazione, atta a fornire, in un diagramma probabilità/entità, curve cumulative calcolate in modo semplificato e conservativo e normalizzate su un tratto lungo 100 m, nonché un elenco di tronchi per i quali in virtù di criteri di esclusione i rischi possono essere considerati minimi.» Lo screening funge dunque da base per la decisione delle autorità esecutive in merito alle parti della rete ferroviaria per le quali la procedura di valutazione di cui all'OPIR può concludersi a livello di rapporto breve dal momento che i rischi vanno valutati come minimi. Se dallo screening emerge che taluni tronchi presentano rischi potenzialmente critici, si dovrà eseguire per essi la fase procedurale «Analisi dei rischi» (AR).

1.2 Obiettivi

Analogamente al precedente screening dei rischi per la popolazione, nell'ambito dello screening dei rischi per l'ambiente si perseguono i seguenti obiettivi:

- sulla base di una metodologia uniforme i rischi vengono individuati sotto forma di curve cumulative per tronchi corti e omogenei. In tale ambito vanno prese in considerazione le principali caratteristiche rilevanti per i rischi del rispettivo tronco ovvero del suo ambiente circostante.
- Si devono usare gli stessi tronchi corti già considerati nello screening dei rischi per la popolazione del 2010. Per motivi storici tali tronchi sono di seguito designati «sotto-elementi».



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

- I rischi vengono riportati singolarmente per i due indicatori di danno «acque superficiali inquinate» (di seguito denominate per lo più «acque superficiali») e «acque sotterranee inquinate» (di seguito denominate per lo più «acque di falda»), nonché per tre differenti gruppi di sostanze. I gruppi di sostanze considerati sono:
 - sostanze pericolose liquide che non si mescolano con l'acqua, hanno una densità inferiore a quella dell'acqua e pertanto galleggiano sull'acqua (sostanza rappresentativa prodotti petroliferi),
 - sostanze pericolose liquide che si mescolano con l'acqua o che vi si sciolgono (sostanza rappresentativa epicloridrina),
 - sostanze pericolose liquide che non si mescolano con l'acqua, hanno una densità superiore a quella dell'acqua e pertanto affondano nell'acqua (sostanza rappresentativa percloroetilene).

Ai fini dell'esecuzione dell'OPIR per le ferrovie, le sostanze pericolose che in condizioni standard di pressione e temperatura sono gassose o solide non devono essere considerate riguardo ai rischi per l'ambiente, poiché i relativi rischi rivestono un'importanza subordinata.

1.3 Rete ferroviaria esaminata

Secondo [Tmp ferrovia, 2011] la rete ferroviaria svizzera a scartamento normale ha un'estensione totale di 3652 km, di cui 3039 km (ossia l'83 %) appartenenti alla rete della FFS SA e 440 km (12 %) alla rete della BLS SA.¹⁾

Nell'ambito dell'attuale revisione dell'OPIR è stata definita una rete ferroviaria sulla quale vengono trasportate o potranno essere trasportate in futuro merci pericolose in quantità che presentano rischi potenzialmente rilevanti per la popolazione o per l'ambiente. La risultante rete, oggetto dello screening e ridimensionata rispetto a quella presa in esame nello screening dei rischi per la popolazione del 2011, è rappresentata in colore rosso nella Figura 1. Tale figura non comprende ancora le tratte che in futuro si aggiungeranno alla rete oggetto dello screening, ma sulle quali oggi non vengono ancora trasportate merci pericolose (ad es. il tronco AlpTransit del San Gottardo tra Altdorf e Vezia). La rete oggetto dello screening, raffigurata in rosso, ha un'estensione totale di 1596 km.

1) Altri gestori dell'infrastruttura sono la Deutsche Bahn AG (Sciaffusa – Thayngen), la Thurbo SA (Wil – Kreuzlingen) e le ferrovie portuali concessionate del Cantone di Basilea Campagna (stazione di smistamento di Basilea FFS – porto di Auhafen/porto di Birsfelden).



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

In riferimento alla delimitazione vale quanto segue, analogamente ai rischi per la popolazione:

- i rischi per l'ambiente non vengono esaminati per i tronchi all'interno delle stazioni di smistamento né in relazione alle manovre dei treni merci;
- non vengono esaminati neppure i tratti in galleria. L'analisi dei rischi per le acque superficiali e le acque di falda derivanti dai tratti in galleria richiederebbe chiarimenti dettagliati in merito alle condizioni di drenaggio in galleria, che esulano dall'ambito del presente studio.

Sono state calcolate le curve cumulative di rischio relative a 1394 km della rete ferroviaria a scartamento normale (senza gallerie e zone di manovra). Tutti i risultati esposti nel presente rapporto si riferiscono alla rete di 1394 km oggetto dello screening (corrispondente per definizione a una percentuale del 100 %).

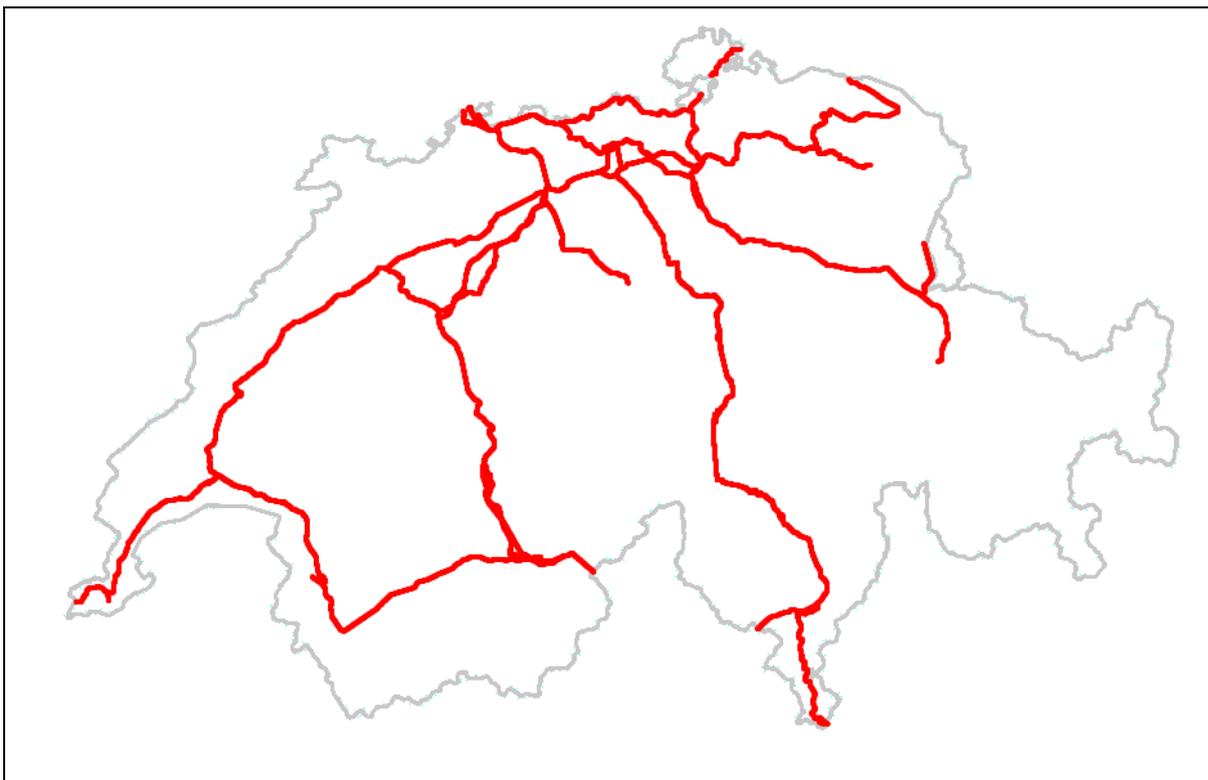


Figura 1: Rete ferroviaria oggetto dello screening dei rischi per la popolazione e per l'ambiente



2. Sviluppo dello screening dei rischi per l'ambiente

2.1 Metodologia in sintesi

La metodologia relativa allo screening dei rischi per l'ambiente è stata sviluppata nel corso di vari anni dal gruppo d'accompagnamento menzionato nella premessa ed è già applicata da tempo alla rete ferroviaria. La metodologia, ossia le regole adottate per calcolare la curva cumulativa per ogni sostanza rappresentativa e per ogni indicatore di danno sulla base di una serie di fattori influenti locali, è descritta in modo dettagliato in [UFT, 2015]. Essa può essere riassunta come segue:

- le basi per determinare la frequenza di incidenti rilevanti con rilascio di una quantità importante di sostanze pericolose liquide e i relativi fattori influenti (ad es. la densità degli scambi e la velocità massima dei treni merci) vengono ripresi invariati dallo screening dei rischi per la popolazione [UFT, 2011]. Si assume che tutte le sostanze pericolose liquide determinanti per lo screening dei rischi per l'ambiente siano trasportate in carri cisterna che non soddisfano accresciuti requisiti di sicurezza (a differenza, ad esempio, dei carri cisterna usati per il trasporto di gas liquefatti sotto pressione, che presentano uno spessore di parete maggiorato, il che in caso di incidente riduce la probabilità della formazione di falle).
- Le differenze nella classe di pericolosità per le acque (WGK) di cui alla disposizione amministrativa tedesca concernente le sostanze pericolose per le acque sono prese in considerazione con i seguenti fattori di ponderazione (influsso sulla frequenza attraverso uno spostamento parallelo della curva cumulativa in riferimento all'asse y):
 - WGK 3 (alta pericolosità per le acque): fattore 1 (valore di riferimento per le tre sostanze rappresentative)
 - WGK 2 (media pericolosità per le acque): fattore 0,25
 - WGK 1 (bassa pericolosità per le acque): fattore 0,0625

Di conseguenza le sostanze pericolose con $WGK < 3$ vengono considerate solo con un peso ridotto nella corrispondente sostanza rappresentativa.

- Le acque superficiali possono venire inquinate nei casi seguenti:
 - esistono opere di drenaggio della sede ferroviaria che sboccano direttamente nel corpo d'acqua superficiale quale corpo idrico recettore,
 - la distanza del corpo d'acqua superficiale e la topografia sono tali che una sostanza pericolosa liquida defluente in superficie dal luogo di rilascio può entrare nel corpo d'acqua superficiale.



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

Per poter tenere conto sistematicamente del secondo percorso di propagazione, per ogni possibile luogo di rilascio si modellano i percorsi di deflusso superficiali con l'ausilio di un modello altimetrico digitale e poi si valutano aritmeticamente le quantità di sostanze pericolose che si infiltrano nel suolo (costituendo quindi un pericolo per le acque di falda) e la quota di esse che può giungere in un corpo d'acqua superficiale (cosiddetta modellazione dei deflussi).

- Le acque di falda utilizzate per uso potabile²⁾ possono venire inquinate se vengono prelevate da captazioni o sorgenti ubicate all'interno di zone di protezione delle acque sotterranee delimitate che si trovano entro 500 m dalla linea ferroviaria e a una quota di non oltre 30 m rispetto a essa.
- Per l'indicatore di danno «acque di falda» sono state prese in considerazione le previste modifiche ai Criteri di valutazione II, in corso di revisione (cfr. [UFAM, 2010]). Ciò significa che l'indice di incidente rilevante non viene più determinato in base alle persone-mesi, bensì in base alla quantità dell'acqua di falda prelevabile da captazioni che è stata inquinata e non è pertanto più utilizzabile (temporaneamente o permanentemente) come acqua potabile. Il livello di danno grave è raggiunto quando la portata di acqua prelevata non più utilizzabile raggiunge o supera i 2500 l/min.

2.2 Raccolta dei dati e loro preparazione

La raccolta e preparazione dei dati locali relativi a ogni sotto-elemento, indispensabili per l'analisi dei rischi per l'ambiente, si è protratta per diversi anni. Di seguito sono riassunte le principali informazioni al riguardo.

I dati relativi al tracciato ferroviario e ai tipi di tratta (distinzione fra tratte all'aperto e gallerie), nonché tutti i fattori che determinano i tassi di rilascio per carro cisterna-km (ad es. la densità degli scambi, la velocità massima consentita dei treni merci e i siti degli impianti per la localizzazione delle boccole surriscaldate e dei freni bloccati) sono stati ripresi invariati dallo screening dei rischi per la popolazione del 2011. Sono state invece aggiornate le quantità delle merci pericolose trasportate, in base alle quali viene determinata la frequenza di rilascio per ogni sostanza rappresentativa: sono stati usati i dati relativi al 2013.

La raccolta e preparazione dei dati per la valutazione dell'entità dei danni si è articolata in due fasi:

- nella prima fase sono stati individuati i fattori influenti locali sulla base dei dati disponibili per l'intera rete ferroviaria svizzera (ovvero per ogni singolo sotto-elemento). Laddove basi di dati per tutta la Svizzera mancavano o non erano ottenibili con un dispendio di mezzi ragionevole, si è fatto ricorso a valori standard (ad es. relativi alla profondità del livello piezometrico, al tipo di drenaggio della

2) Non sono state considerate le captazioni per l'approvvigionamento d'emergenza. Sono state considerate le captazioni usate per la produzione di alimentari.



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

sede ferroviaria, alla direzione di deflusso della falda rispetto all'ubicazione della captazione). Le curve cumulative di rischio sono state calcolate per tutta la rete ferroviaria svizzera facendo ricorso alla base di dati menzionata.

- Nella seconda fase sono stati esaminati più approfonditamente i sotto-elementi che in base ai risultati emersi nella prima fase presentavano una curva cumulativa di rischio posizionata almeno nella metà superiore dell'area intermedia. Per l'indicatore di danno «acque superficiali» detto esame si è limitato ai tronchi costituiti almeno da tre sotto-elementi contigui che soddisfano ciascuno tale criterio, al fine di filtrare eventuali picchi di rischio strettamente locali dovuti a torrenti e fiumi attraversati dalla linea ferroviaria. L'esame è stato eseguito sotto i due punti di vista qui di seguito illustrati.
 - L'impresa ferroviaria competente (gestore dell'infrastruttura) ha verificato e, se del caso, corretto i seguenti attributi dei dati (tra l'altro mediante sopralluoghi):
 - esistenza di opere di drenaggio di acque captate e di volumi di ritenzione (ad es. IDA);
 - valutazione se a causa del tracciato (ad es. esistenza di una trincea o di muri di sostegno massicci) è possibile un rilascio a sinistra o a destra della linea ferroviaria;
 - plausibilizzazione sommaria delle quantità calcolate di sostanze pericolose immesse nel corpo d'acqua superficiale, per verificare ad es. se eventuali avvallamenti naturali del terreno riducono il deflusso verso le acque superficiali.
 - I Cantoni hanno verificato e, se del caso, corretto i seguenti dati:
 - ubicazione delle captazioni o sorgenti (entro 500 m dalla linea ferroviaria), compresa la rilevanza per lo screening dei rischi per l'ambiente (utilizzo per l'approvvigionamento pubblico di acqua potabile o per la produzione di alimentari, ubicazione in una zona di protezione delle acque sotterranee S1, S2 o S3 giuridicamente valida);
 - portata di concessione;
 - profondità del livello piezometrico e direzione di deflusso della falda in prossimità della linea ferroviaria.

Le curve cumulative di rischio sono state aggiornate per tutta la rete ferroviaria facendo ricorso alla base di dati così depurata. La depurazione dei dati eseguita nella seconda fase dalle imprese ferroviarie e dai Cantoni ha permesso di ottenere risultati di screening plausibili per quei tronchi che nella prima fase avevano evidenziato rischi ambientali elevati.



3. Quantità di merci pericolose trasportate

La procedura seguita per rilevare i flussi di merci pericolose in oggetto può essere riassunta come segue:

- determinazione dei treni circolanti nel 2013 con merci pericolose (identificati con il numero di treno e il giorno di calendario) in numerosi punti di riferimento opportunamente scelti della rete ferroviaria;
- attribuzione delle quantità di sostanze pericolose trasportate (espresse in tonnellate nette per ogni numero UN) a ogni numero di treno e ogni giorno di calendario con l'ausilio del Cargo Information System (CIS);
- definizione dei tronchi sui quali le quantità di sostanze pericolose trasportate possono essere assunte con buona approssimazione come costanti;
- aggregazione delle quantità di sostanze pericolose trasportate annualmente per ogni numero UN e ogni tronco (totalizzazione dei tonnellaggi in transito sul tronco);
- attribuzione di ogni sostanza (caratterizzata dal numero UN) a una sostanza rappresentativa (o al gruppo «nessuna sostanza rappresentativa»), ponderazione delle quantità trasportate come specificato nel capitolo 2.1 e aggregazione per ogni sostanza rappresentativa e ogni tronco.

Nella Figura 2 sono rappresentate le attuali quantità totali di merci pericolose trasportate rilevate a livello locale, aggregate per tutti i numeri UN ed espresse in tonnellate nette. Per le tratte a più binari le relative quantità vengono aggregate per tutta la sezione trasversale.³⁾ Ciò determina una variazione di un fattore 2 circa delle quantità, ad esempio in corrispondenza del passaggio da una tratta a doppio binario a due tratte a binario unico. Ciò vale ad esempio per la tratta lungo l'Urnersee tra Sisikon e Fiora (cfr. le figure seguenti, nelle quali la zona con due tratte a binario unico è facilmente individuabile per via delle minori quantità di merci trasportate).

3) Lo stesso vale anche per le curve cumulative di rischio, che sono evidenziate per tutta la sezione.



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

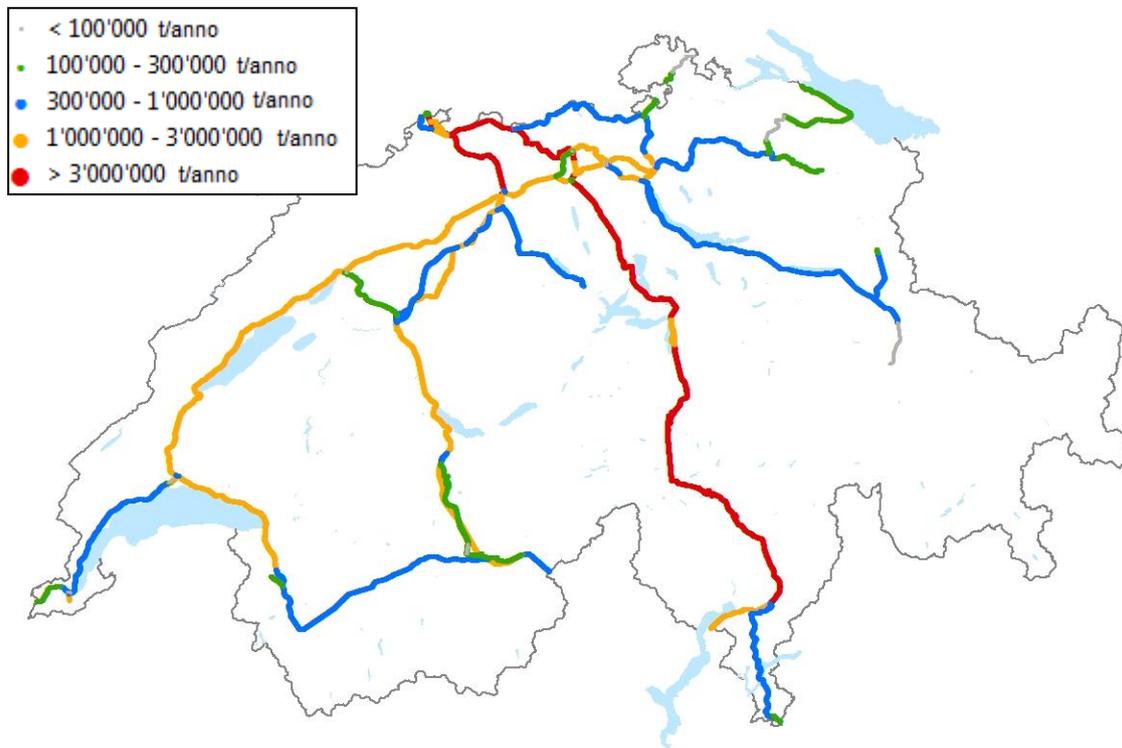


Figura 2: Volume di merci pericolose trasportate nel 2013 (tonnellate nette cumulate per tutte le sostanze pericolose senza ponderazione)

Sulla base delle quantità trasportate rilevate a livello locale sono state determinate le quantità trasportate ponderate relative alle tre sostanze rappresentative prodotti petroliferi, epicloridrina e percloroetilene tenendo conto dei fattori di ponderazione dipendenti dalla classe di pericolosità per le acque (cfr. cap. 2.1). Nelle figure 3, 4 e 5 le quantità di sostanze pericolose trasportate nel 2013 sono rappresentate graficamente per ognuna delle sostanze rappresentative ed espresse in tonnellate nette ponderate.



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

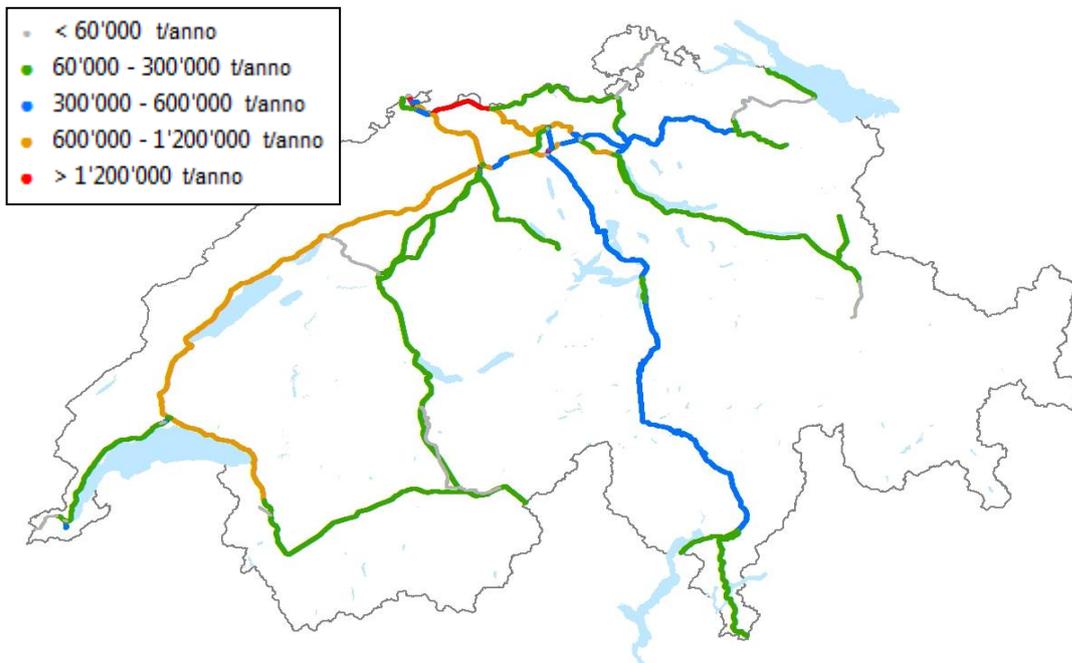


Figura 3: Quantità trasportate ponderate della sostanza rappresentativa prodotti petroliferi, espresse in t/anno, relative al 2013

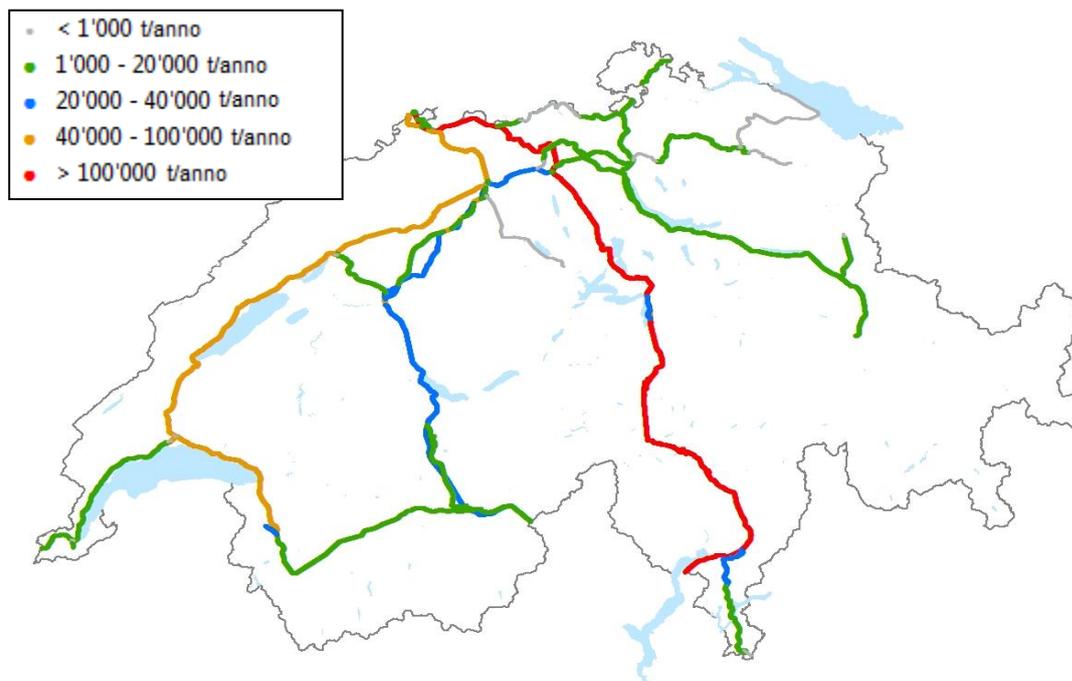


Figura 4: Quantità trasportate ponderate della sostanza rappresentativa epicloridrina, espresse in t/anno, relative al 2013



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

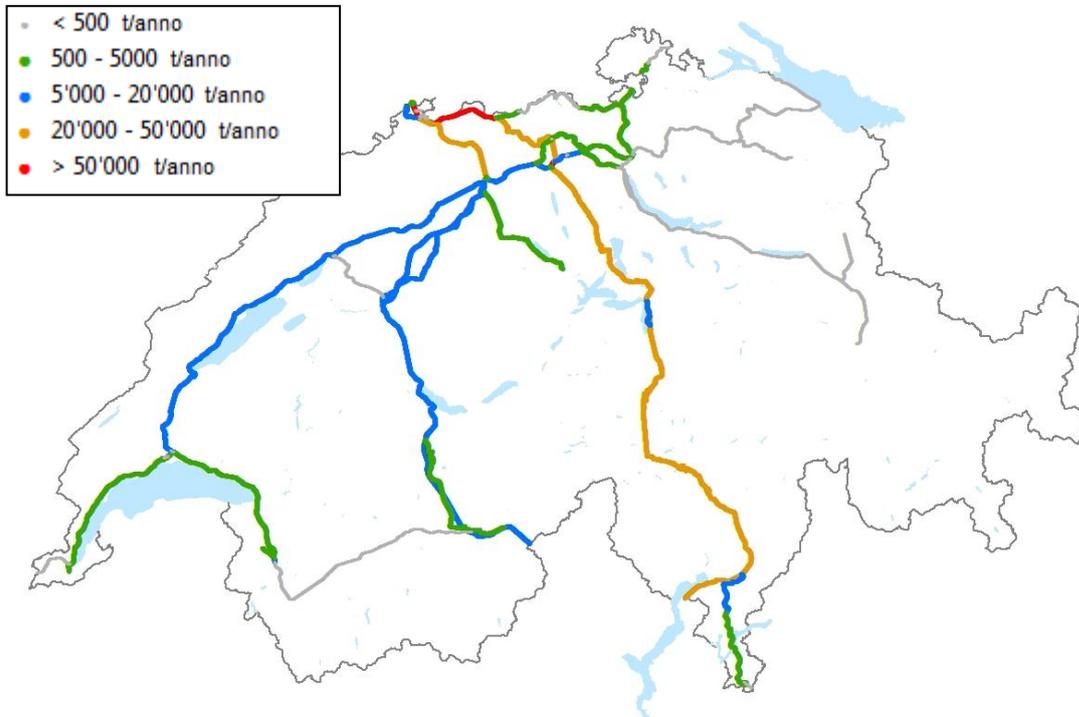


Figura 5: Quantità trasportate ponderate della sostanza rappresentativa percloroetilene, espresse in t/anno, relative al 2013



4. Risultati dello screening dei rischi per l'ambiente 2014

4.1 Introduzione

Di seguito sono riassunti – separatamente per gli indicatori di danno «acque superficiali inquinate» (acque superficiali) e «acque sotterranee inquinate» (acque di falda) – i risultati dello screening dei rischi per l'ambiente 2014 relativi alla rete ferroviaria in oggetto. I risultati vengono esposti per due differenti unità spaziali:

- a livello di sotto-elementi, lunghi ciascuno 100 m;
- a livello di tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi: per i tronchi che soddisfano i seguenti criteri i rischi non sono minimi, per cui devono essere esaminati in modo approfondito nella fase procedurale «Analisi dei rischi»:
 - indicatore di danno «acque superficiali»: per almeno tre sotto-elementi contigui la curva cumulativa si trova al di sopra della linea di accettabilità;
 - indicatore di danno «acque di falda»: per uno o più sotto-elementi in prossimità di una zona di protezione delle acque sotterranee la curva cumulativa si trova al di sopra della linea di accettabilità.

Adottando questi criteri differenziati per i due indicatori di danno si evita di dover elaborare un'analisi dei rischi per l'indicatore di danno «acque superficiali» per la sola presenza di un torrente attraversato dalla linea ferroviaria che determina rischi elevati a livello locale. Per le acque di falda non vi sono situazioni paragonabili, per cui già in presenza di un unico sotto-elemento con rischi al di sopra della linea di accettabilità si deve elaborare un'analisi dei rischi.

4.2 Indicatore di danno «acque superficiali»

Rischi a livello di sotto-elementi

La Tabella 1 riassume i risultati a livello di sotto-elemento relativi all'indicatore di danno «acque superficiali». Su circa il 78 % della rete ferroviaria oggetto dello screening (1095 km) i rischi rientrano



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

nell'area accettabile, su circa il 10 % nella metà inferiore dell'area intermedia e su circa il 9 % nella metà superiore⁴⁾, mentre su circa il 3% (42 km) si situano al di sopra della linea di accettabilità.

La posizione della curva cumulativa globale è determinata in primo luogo dalla sostanza rappresentativa prodotti petroliferi.⁵⁾ La sostanza rappresentativa epicloridrina ha un influsso subordinato, la sostanza rappresentativa percloroetilene uno pressoché trascurabile.⁶⁾

Sostanza rappresentativa	Al di sotto della linea di irrilevanza		Nella metà inferiore dell'area intermedia		Nella metà superiore dell'area intermedia		Al di sopra della linea di accettabilità	
	[km]	[%]	[km]	[%]	[km]	[%]	[km]	[%]
Prodotti petroliferi	1129	81 %	127	9,1 %	103	7,4 %	34,7	2,5 %
Epicloridrina	1200	86,1 %	123	8,8 %	58,6	4,2 %	12,6	0,9 %
Percloroetilene	1308	93,8 %	67,6	4,8 %	17,9	1,3 %	0,4	0,03 %
Tutte le sostanze rappresentative	1095	78,5 %	138	9,9 %	119	8,6 %	41,8	3,0 %

Tabella 1: Risultati dello screening dei rischi per l'ambiente 2014 a livello di «sotto-elemento» relativi all'indicatore di danno «acque superficiali» (i valori percentuali sono arrotondati singolarmente, per cui nessuna somma corrisponde esattamente al 100%)

Tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi

Dallo screening dei rischi per l'ambiente risultano, per l'indicatore di danno «acque superficiali», 61 tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi (almeno tre sotto-elementi contigui la cui curva cumulativa di rischio si trova al di sopra della linea di accettabilità), pari a una lunghezza totale di 28 km.⁷⁾ Nella Tabella 2 tali tronchi sono riportati singolarmente con indicazioni in merito al gestore dell'infrastruttura (compagnia ferroviaria), all'ubicazione (Cantone, chilometraggio) e al valore semaforo⁸⁾. Nella Figura 6 è rappresentata cartograficamente l'ubicazione dei tronchi.⁹⁾

-
- 4) La linea mediana dell'area intermedia va intesa in senso logaritmico, vale a dire che tale linea si trova in corrispondenza di una frequenza minore del fattore 10 rispetto alla linea di accettabilità.
 - 5) Ciò si manifesta nel fatto che le lunghezze riportate nelle righe «Prodotti petroliferi» e «Tutte le sostanze rappresentative» della Tabella 1 coincidono in larga misura.
 - 6) La somma dei valori percentuali relativi alle singole sostanze rappresentative non corrisponde al valore relativo all'insieme di tutte le sostanze rappresentative. Quest'ultimo è semplicemente maggiore (o uguale) al valore di ogni specifica sostanza rappresentativa.
 - 7) La differenza tra i 41,8 km (sotto-elementi con curva cumulativa di rischio al di sopra della linea di accettabilità di cui alla Tabella 1) e i 28 km (tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi) riguarda sotto-elementi che sono isolati o in gruppi di due e non fanno pertanto parte di un tronco per il quale è obbligatoria l'analisi dei rischi.
 - 8) La posizione della curva cumulativa è rappresentata con cosiddetti valori e colori semaforo. Il valore semaforo indica la posizione della curva cumulativa relativamente alle aree di accettabilità. Un valore semaforo di 0,01 significa che la



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

La ripartizione per gestore dell'infrastruttura dei tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi si presenta come segue:

- un segmento di tratta per il quale è obbligatoria l'analisi dei rischi si trova nella rete della BLS SA e uno in quella delle ferrovie portuali del Cantone di Basilea Campagna;
- i restanti 59 tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi fanno parte della rete ferroviaria delle FFS.

RE-pflichtiger Streckenabschnitt	Kanton	Bahn	DfA-Linie	DfA-km von	DfA-km bis	Ampelwert
OFG_20	BL	SBB	500	27.3	27.6	15.5
OFG_24	SZ	SBB	600	0.4	0.9	11.2
OFG_44	AG/BL	SBB	700	77.3	77.5	11.0
OFG_46	AG	SBB	710	16.3	16.8	10.6
OFG_17	BL	SBB	500	15.5	15.7	9.6
OFG_21	BS	SBB	520	3.2	3.4	9.2
OFG_23	SO	SBB	540	41.1	41.6	8.9
OFG_39	SZ	SBB	653	106.5	106.8	8.7
OFG_40	AG	SBB	700	38.9	39.2	8.5
OFG_1	VD	SBB	100	12.9	13.2	8.1
OFG_19	BL	SBB	500	17.8	18.4	7.8
OFG_2	VD	SBB	100	13.5	13.8	7.7
OFG_7	BE	SBB	210	93.3	93.8	7.5
OFG_43	AG	SBB	700	57.8	58	7.4
OFG_9	BE	SBB	210	96.1	96.8	7.3
OFG_18	BL	SBB	500	17.3	17.6	7.2
OFG_42	AG	SBB	700	45.2	45.5	7.1
OFG_31	TI	SBB	600	186.5	186.9	6.1
OFG_8	BE	SBB	210	95.4	95.6	5.9
OFG_26	SZ	SBB	600	17.8	18	5.5
OFG_36	AG	SBB	650	35.6	36.1	4.9
OFG_58	SG	SBB	890	18.3	18.6	4.8
OFG_41	AG	SBB	700	42.3	42.5	4.8
OFG_6	VD	SBB	210	52.2	52.4	4.7
OFG_35	AG	SBB	647	3.3	3.5	4.7
OFG_27	UR	SBB	600	31.9	32.1	4.6
OFG_45	ZH	SBB	710	10.2	10.8	4.5
OFG_25	SZ	SBB	600	9.6	9.8	3.7
OFG_50	ZH	SBB	720	11.2	11.4	3.3
OFG_15	AG	SBB	450	46.8	47.4	3.3
OFG_37	AG	SBB	653	92	92.3	3.2

RE-pflichtiger Streckenabschnitt	Kanton	Bahn	DfA-Linie	DfA-km von	DfA-km bis	Ampelwert
OFG_60	GL	SBB	890	23.9	24.1	3.2
OFG_55	ZH	SBB	751	19.9	20.1	3.1
OFG_47	AG	SBB	710	20.8	21.1	3.1
OFG_52	ZH	SBB	720	23.3	23.7	2.8
OFG_32	TI	SBB	600	194	194.2	2.6
OFG_30	TI	SBB	600	111.7	111.9	2.6
OFG_33	TI	SBB	631	170.2	170.4	2.5
OFG_51	ZH	SBB	720	16.9	17.2	2.5
OFG_28	TI	SBB	600	93.1	93.7	2.1
OFG_54	SZ	SBB	720	28.6	28.8	2.0
OFG_4	VD	SBB	100	27.5	28.7	2.0
OFG_38	ZG	SBB	653	98.7	99	1.9
OFG_53	ZH	SBB	720	23.9	24.8	1.9
OFG_57	SG	SBB	890	17.3	17.7	1.8
OFG_61	GL	SBB	890	24.7	24.9	1.8
OFG_56	TG	SBB	850	122.8	123.1	1.7
OFG_16	AG	SBB	450	48.8	49.3	1.7
OFG_22	BL	Hafenbahn	525	2	2.7	1.6
OFG_48	AG	SBB	710	26.5	26.9	1.4
OFG_34	TI	SBB	631	170.6	170.8	1.3
OFG_3	VD	SBB	100	26.9	27.3	1.3
OFG_49	ZH	SBB	720	8.2	8.4	1.3
OFG_5	VS	SBB	100	133.4	133.7	1.3
OFG_10	BE	SBB	210	98.1	98.6	1.2
OFG_29	TI	SBB	600	101.7	102.1	1.2
OFG_11	BE	SBB	210	99	99.6	1.1
OFG_14	BE	BLS	300	4.1	4.4	1.1
OFG_12	BE	SBB	210	100	100.6	1.1
OFG_13	BE	SBB	210	100.8	101	1.1
OFG_59	SG	SBB	890	23	23.2	1.1

Tabella 2: *Elenco dei 61 tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi relativi all'indicatore di danno «acque superficiali»¹⁰⁾*

rispettiva curva cumulativa raggiunge il limite inferiore dell'area intermedia, mentre un valore semaforo di 1 significa che ne raggiunge il limite superiore. La curva cumulativa può trovarsi nell'area accettabile (verde) oppure estendersi nella metà inferiore (gialla) o superiore (arancione) dell'area intermedia o superare la linea di accettabilità (rossa).

- 9) I dati relativi al chilometraggio dei tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi non corrispondono necessariamente al perimetro d'esame delle analisi dei rischi da approntare. Tale perimetro viene definito dall'UFT di comune accordo con le imprese ferroviarie e può comprendere anche più tronchi contigui che soddisfano i criteri di un'analisi dei rischi.
- 10) Il valore semaforo riportato in tabella caratterizza la posizione della curva cumulativa per l'intero tronco per il quale è obbligatoria l'analisi dei rischi.



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

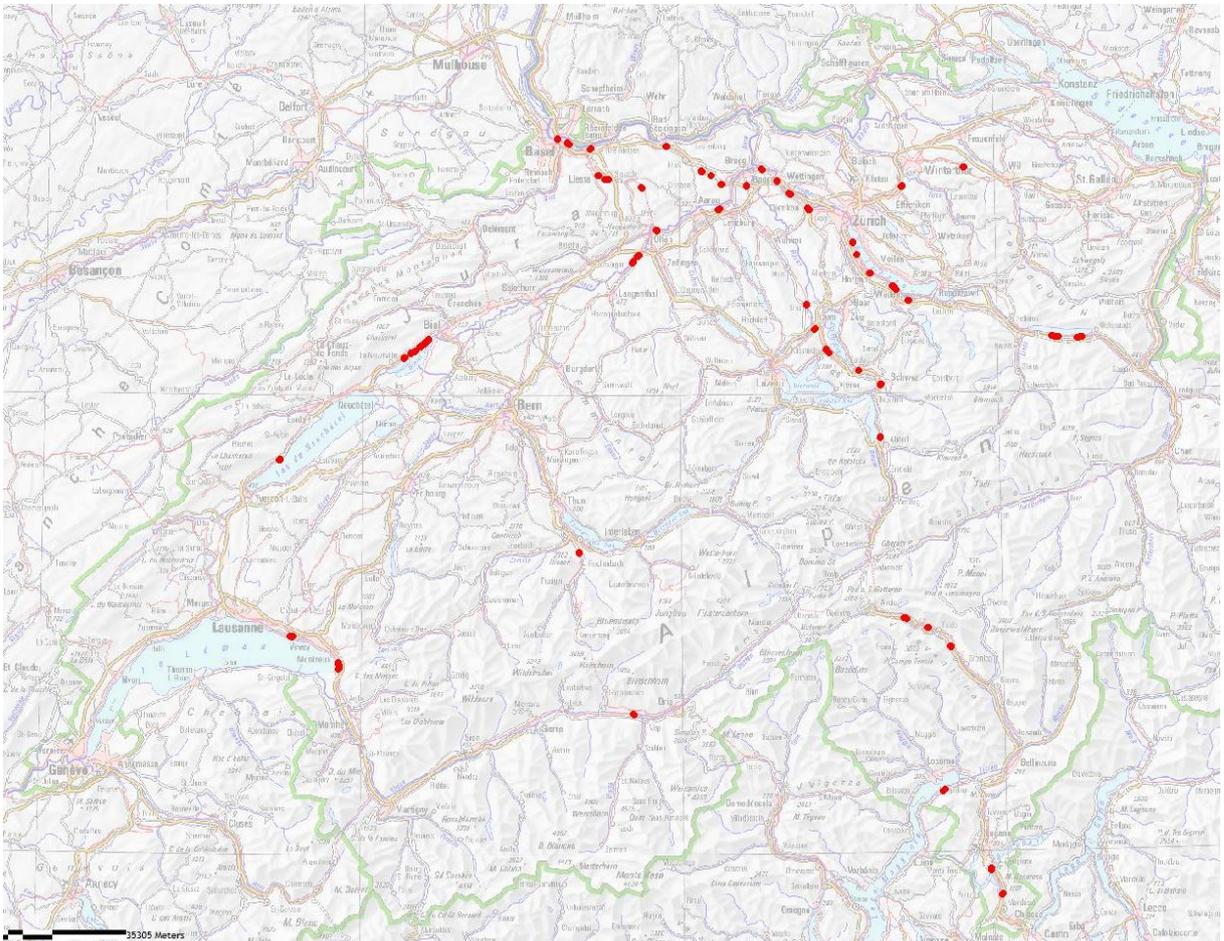


Figura 6: Rappresentazione cartografica dei 61 tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi relativi all'indicatore di danno «acque superficiali»

Casi esemplificativi

Di seguito sono descritti, per quattro esempi selezionati di tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi, le curve cumulative calcolate e i principali fattori influenti che ne determinano l'andamento.

1) Il tronco più critico: «Tecknau» (AS_20)

Il tronco «Tecknau» presenta i rischi di inquinamento delle acque superficiali più elevati di tutta la rete ferroviaria svizzera. I principali fattori influenti sul rischio sono riportati nella seguente tabella.



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

Densità degli scambi	Drenaggio	Quantità ponderate di merci pericolose trasportate [t/a]		
		Prodotti petroliferi	Epicloridrina	Percloroetilene
1-4 oppure > 4	nel corpo idrico recettore	881 500	86 045	22 600

Tabella 3: *Principali fattori influenti sulla posizione della curva cumulativa globale del tronco «Tecknau» (AS_20)*

La frequenza di rilascio è decisamente superiore alla media, considerate le quantità relativamente grandi di merci pericolose trasportate e la densità degli scambi esistenti. La linea ferroviaria costeggia il fiume Eibach. Le eventuali sostanze pericolose rilasciate giungono nel fiume Eibach attraverso l'esistente tubazione di drenaggio o defluendo in superficie e si riversano poi nel fiume Ergolz, che a sua volta sfocia nel Reno. La curva cumulativa calcolata è rappresentata nella Figura 7.

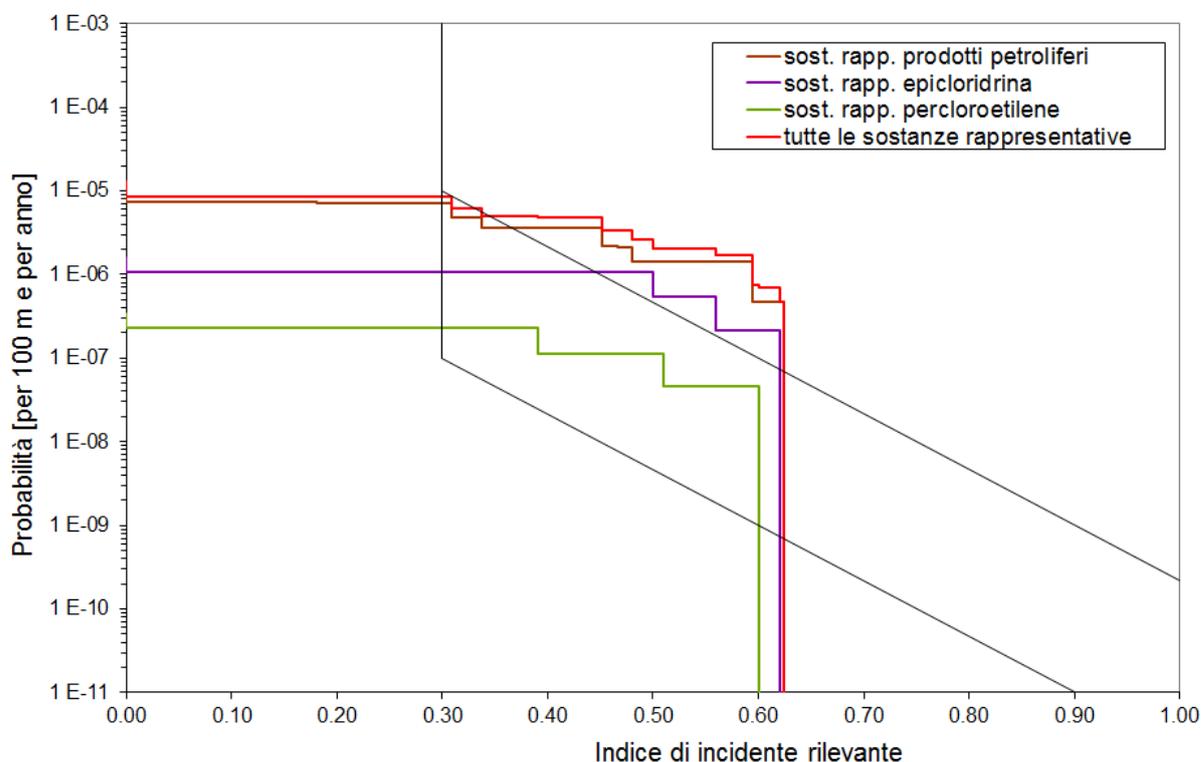


Figura 7: *Curva cumulativa relativa al tronco «Tecknau», che secondo lo screening dei rischi per l'ambiente 2014 presenta i maggiori rischi di inquinamento delle acque superficiali*



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

Una situazione paragonabile, seppure con rischi minori, si presenta tra l'altro anche nei seguenti tronchi, dove le eventuali sostanze pericolose liquide rilasciate nel sedime ferroviario possono giungere attraverso le opere di drenaggio (e in parte anche attraverso il deflusso superficiale) nel vicino corpo idrico recettore:

- AS_44 nei pressi di Augst (ponte sul fiume Ergolz): apporto di sostanze inquinanti nel fiume Ergolz, che nelle immediate vicinanze sfocia nel Reno;
- AS_46 nei pressi della biforcazione Killwangen Ovest: apporto di sostanze inquinanti nel fiume Limmat.

2) Tratta lungo tre laghi differenti

Di seguito sono esposti tre esempi di tronchi lungo grandi laghi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi. I tronchi presentano le seguenti caratteristiche:

		Designazione del tronco per il quale è obbligatoria l'analisi dei rischi		
		AS_11 (Lago di Biemme)	AS_33 (Lago Maggiore)	AS_4 (Lago di Ginevra)
Densità degli scambi		0	1–4	0 / 1–4
Drenaggio		nel corpo idrico recettore / assente	assente	nel corpo idrico recettore / assente
Quantità ponderate di merci pericolose trasportate	Prodotti petroliferi	1 066 315	272 194	762 165
	Epicloridrina	46 631	110 033	45 168
	Percloroetilene	5840	40 172	4424

Tabella 4: Principali fattori influenti sulla posizione della curva cumulativa globale relativa ai tre tronchi menzionati per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi

Le curve cumulative sono rappresentate nelle figure 8–10. I due esempi concernenti il Lago di Biemme e il Lago di Ginevra evidenziano come, in presenza di grosse quantità di prodotti petroliferi e di un tracciato ferroviario in immediata prossimità di un lago, anche in caso di assenza di scambi la curva



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

cumulativa possa superare di poco la linea di accettabilità, in quanto secondo le ipotesi di modello un rilascio maggiore determina un grande indice di incidente rilevante. In presenza di scambi sono sufficienti anche quantità molto minori di sostanze pericolose trasportate.

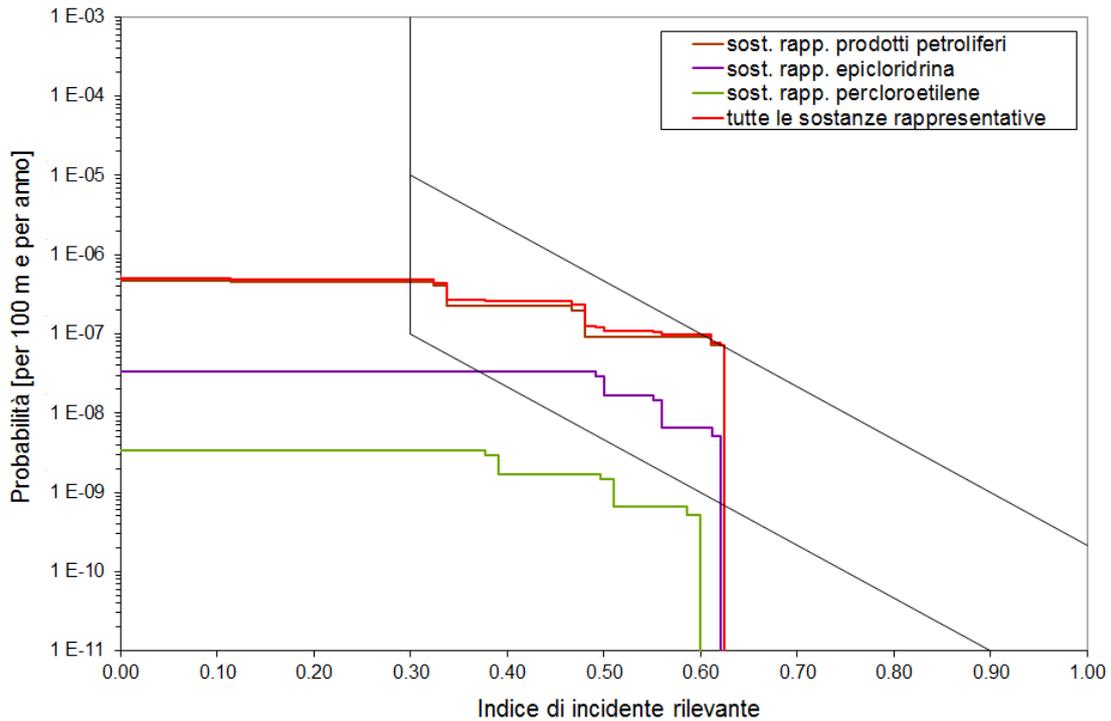


Figura 8: Curva cumulativa relativa al tronco AS_11 lungo il lago di Biemme, per il quale è (per poco) obbligatoria l'analisi dei rischi



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

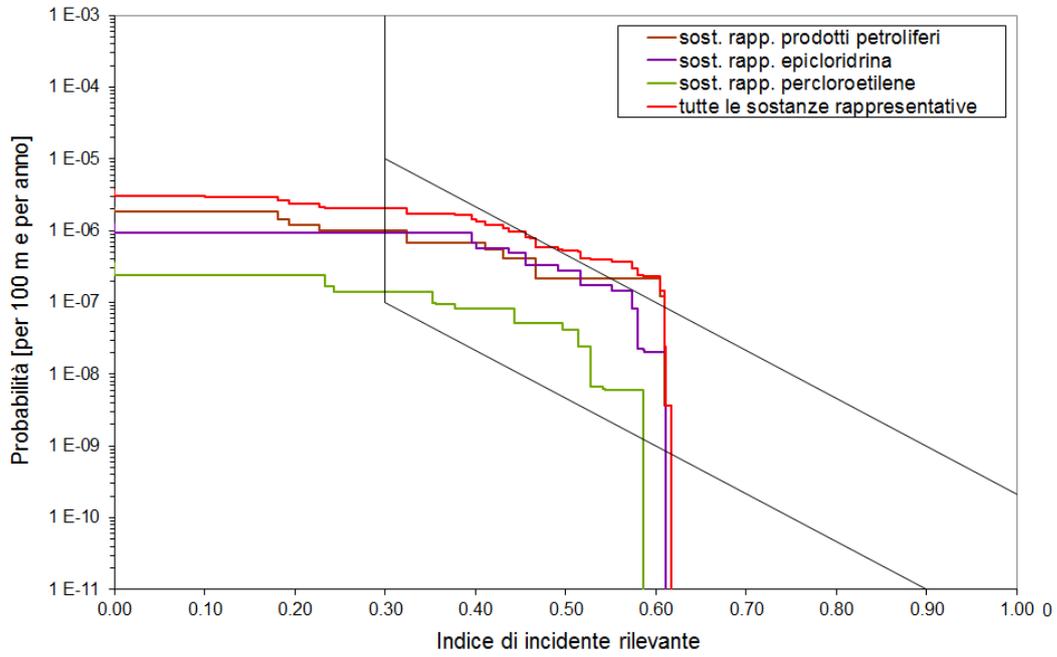
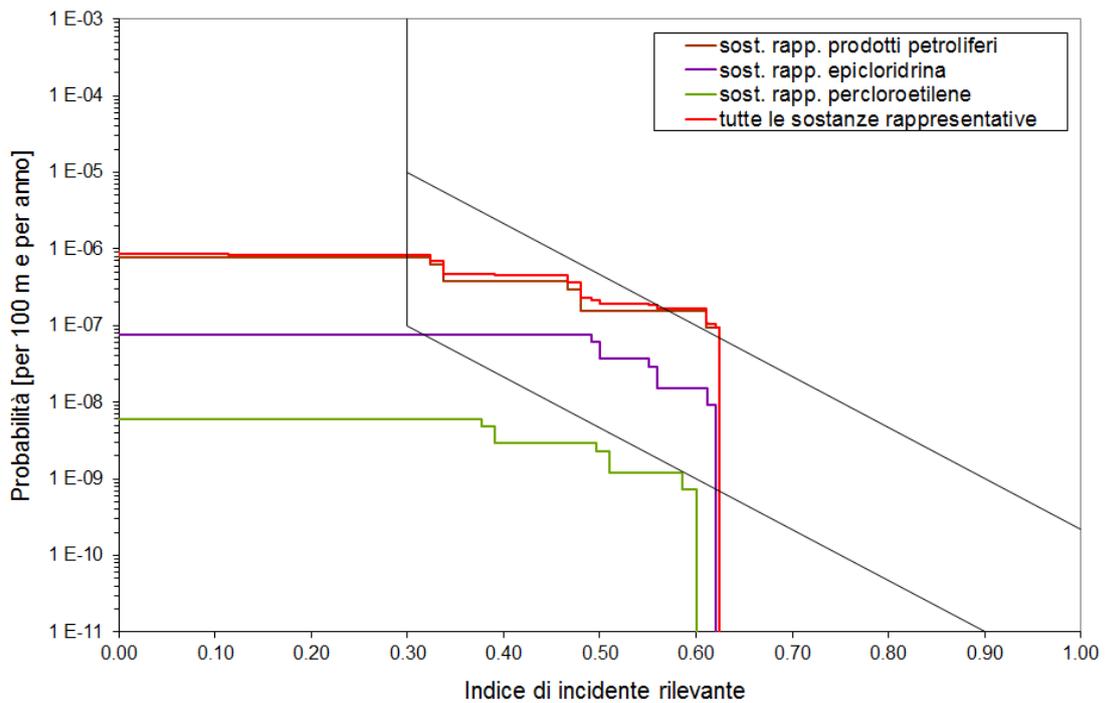


Figura 9: Curva cumulativa relativa al tronco AS_33 lungo il Lago Maggiore (linea verso Luino), per il quale è obbligatoria l'analisi dei rischi





N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

Figura 10: Curva cumulativa relativa al tronco AS_4 lungo il Lago di Ginevra, per il quale è obbligatoria l'analisi dei rischi

4.3 Indicatore di danno «acque di falda»

Rischi a livello di sotto-elementi

La Tabella 5 riassume i risultati a livello di sotto-elemento (lungo ciascuno 100 m) relativi all'indicatore di danno «acque di falda». Sul 98 % della rete ferroviaria oggetto dello screening (1363 km) i rischi rientrano nell'area accettabile, su circa lo 0,6 % nella metà inferiore dell'area intermedia e su circa lo 0,9 % nella metà superiore¹¹⁾, mentre su circa lo 0,7 % (9,5 km) si situa al di sopra della linea di accettabilità. Anche in questo caso la posizione della curva cumulativa globale è determinata praticamente quasi al 100 % dalla sostanza rappresentativa prodotti petroliferi.

Sostanza rappresentativa	Al di sotto della linea di irrilevanza		Nella metà inferiore dell'area intermedia		Nella metà superiore dell'area intermedia		Al di sopra della linea di accettabilità	
	[km]	[%]	[km]	[%]	[km]	[%]	[km]	[%]
Prodotti petroliferi	1364	97,8 %	9,4	0,7%	11,5	0,8 %	9,1	0,7 %
Epicloridrina	1375	98,6 %	12	0,9%	5,8	0,4 %	1,3	0,09 %
Percloroetilene	1382	99,1 %	10	0,7%	1,0	0,07 %	1,0	0,07 %
Tutte le sostanze rappresentative	1363	97,8 %	8,7	0,6%	12,5	0,9 %	9,5	0,7 %

Tabella 5: Risultati dello screening dei rischi per l'ambiente 2014 a livello di «sotto-elemento» relativi all'indicatore di danno «acque di falda» (i valori percentuali sono arrotondati singolarmente, per cui nessuna somma corrisponde esattamente al 100%)

Tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi

Dallo screening dei rischi per l'ambiente risultano, per l'indicatore di danno «acque di falda», 16 tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi. Nella Tabella 6 tali tronchi sono riportati singolarmente con indicazioni in merito al gestore dell'infrastruttura (impresa ferroviaria), all'ubicazione (Cantone, chilometraggio) e al valore semaforo. Ad eccezione di un tronco di circa 200 m di lunghezza situato nella

11) La linea mediana dell'area intermedia va intesa in senso logaritmico, vale a dire che tale linea si trova in corrispondenza di una frequenza minore di un fattore 10 rispetto alla linea di accettabilità.



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

rete delle ferrovie portuali del Cantone di Basilea Campagna, tutti gli altri tronchi interessano la rete delle FFS. Nella Figura 11 è rappresentata cartograficamente l'ubicazione dei tronchi.

RE-pflichtiger Streckenabschnitt	Kanton	Bahn	DfA-Linie	DfA-km von	DfA-km bis	Ampelwert
GW_4	BE	SBB	290	129.8	130.6	370
GW_10	BL	Hafenbahn	525	3.4	3.5	59
GW_7	SO	SBB	410	70.0	70.9	15
GW_14	ZH	SBB	710	9.0	9.9	13
GW_5	BE	SBB	290	133.7	134.5	12
GW_11	TI	SBB	600	151	151.2	6.5
GW_15	AG	SBB	710	22.9	23.4	5.6
GW_8	AG	SBB	451	44.0	44.2	4.7
GW_12	TI	SBB	600	205.1	205.4	4.3
GW_6	SO	SBB	410	68.9	69.5	4.3
GW_3	BE	SBB	210	95.4	95.7	3.6
GW_2	VD	SBB	210	47.1	48.3	3.4
GW_9	BL	SBB	500	18.3	18.3	2.0
GW_1	VD	SBB	150	16.5	16.9	1.7
GW_16	SH	SBB	770	38.7	38.9	1.4
GW_13	AG	SBB	700	71.6	72.3	1.4

Tabella 6: *Elenco dei 16 tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi relativi all'indicatore di danno «acque di falda»*



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

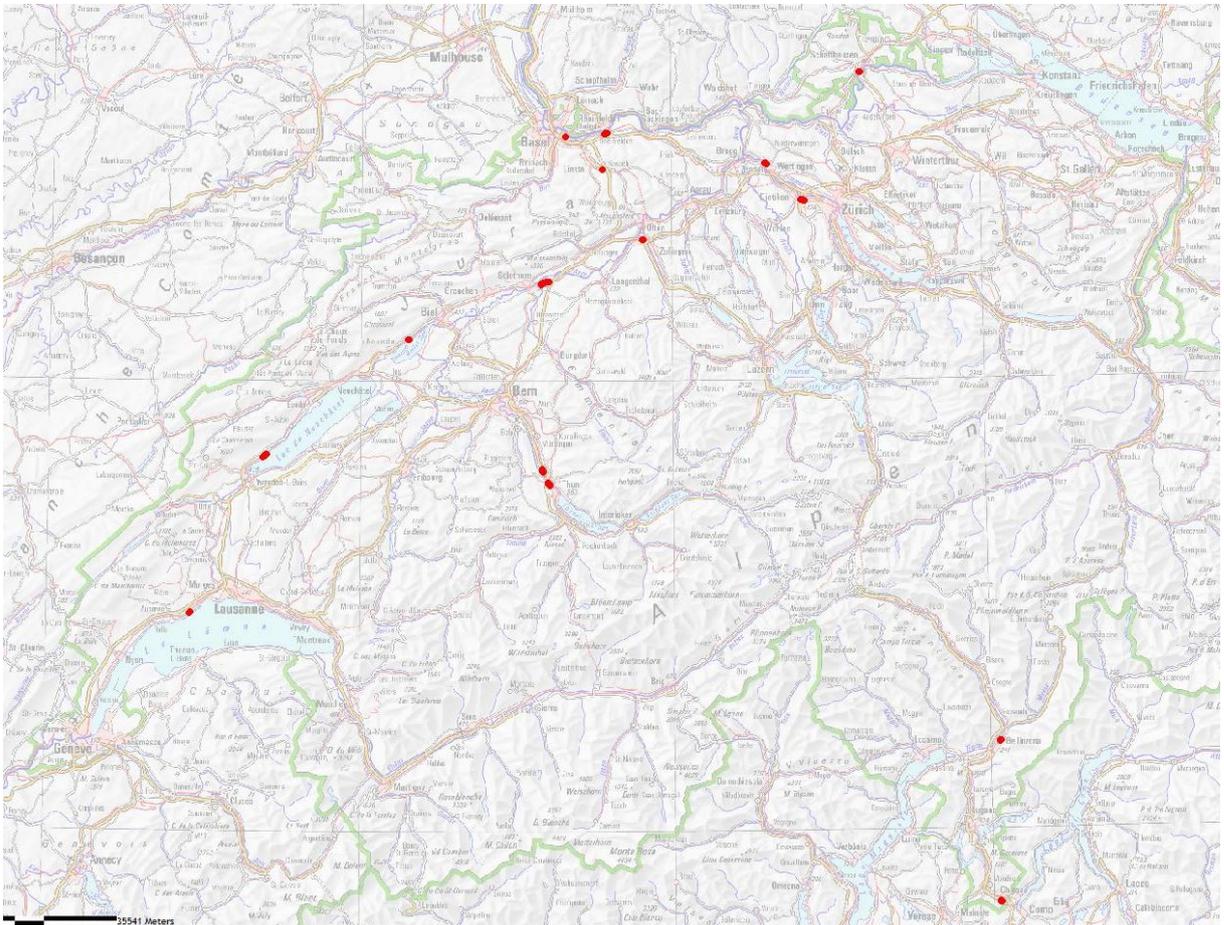


Figura 11: Rappresentazione cartografica dei 16 tronchi per i quali è obbligatoria l'analisi dei rischi relativi all'indicatore di danno «acque di falda»

Caso esemplificativo «Kiesen»

Di seguito sono riportati la curva cumulativa (cfr. Figura 12) e i principali fattori influenti che determinano l'andamento della curva (cfr. Tabella 7) per il tronco AF_4, situato all'interno del Comune di Kiesen (tratta Münsingen – Thun). Per tale tronco, che presenta i maggiori rischi per le acque di falda di tutta la rete ferroviaria svizzera, è obbligatoria l'analisi dei rischi.

I rischi per le captazioni a Kiesen superano nettamente la linea di accettabilità, poiché l'indice di incidente rilevante, corrispondente alla portata totale di 55 000 l/min dell'acqua di falda prelevata, raggiunge quasi il valore di 0,9.



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

Densità degli scambi	Drenaggio	Tipo di terreno	Portata cumulata [l/min]	Direzione di deflusso ¹²⁾	Profondità del livello piezometrico	Quantità ponderate di merci pericolose trasportate [t/a]		
						Prodotti petroliferi	Epicloridrina	Percloretilene
0 oppure 1-4	assente	ghiaia/sabbia	11 000 – 55 000	verso la captazione	4 m	217 660	39 236	18 761

Tabella 7: Principali fattori influenti sulla posizione della curva cumulativa globale del tronco AF_4

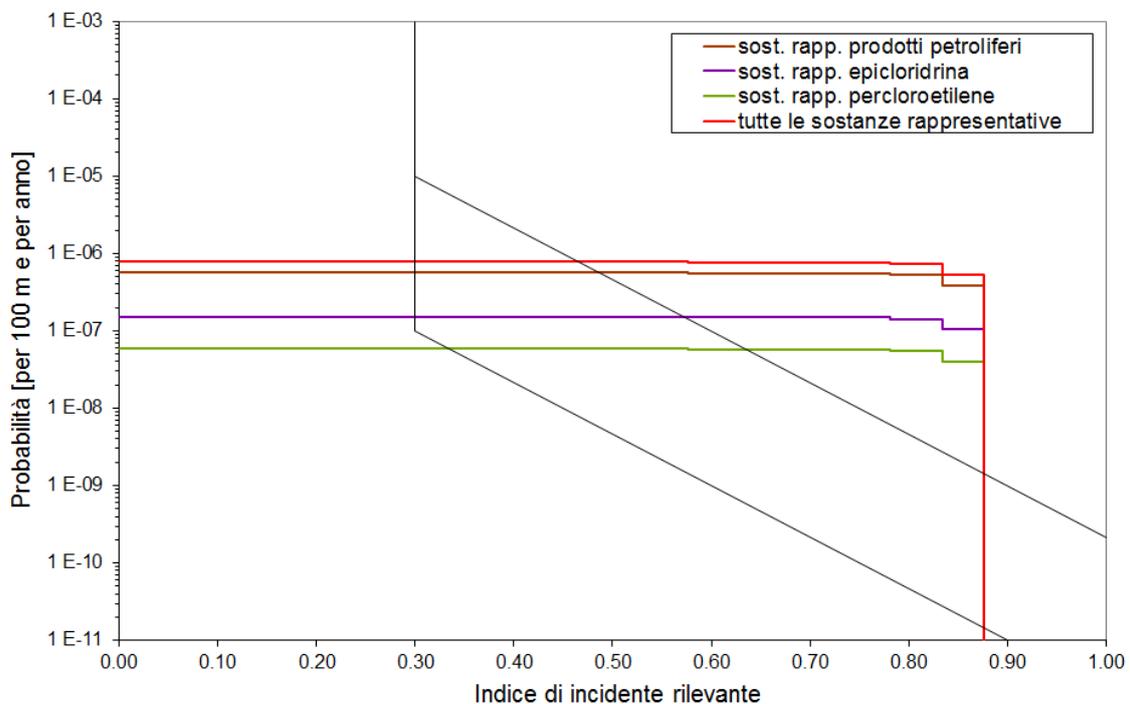


Figura 12: Tronco AF_4 a Kiesen, per il quale è obbligatoria l'analisi dei rischi e che secondo lo screening dei rischi per l'ambiente 2014 presenta i maggiori rischi per le acque di falda

La Figura 13 mostra un piano corografico relativo alla situazione riscontrata a Kiesen con le captazioni interessate, le relative portate e le zone di protezione vigenti.

12) In situazioni complesse con captazioni su entrambi i lati della linea ferroviaria, come quella riscontrata a Kiesen (cfr. Figura 13), è difficile definire in modo sensato il parametro «direzione di deflusso» singolarmente per ogni sotto-elemento.



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

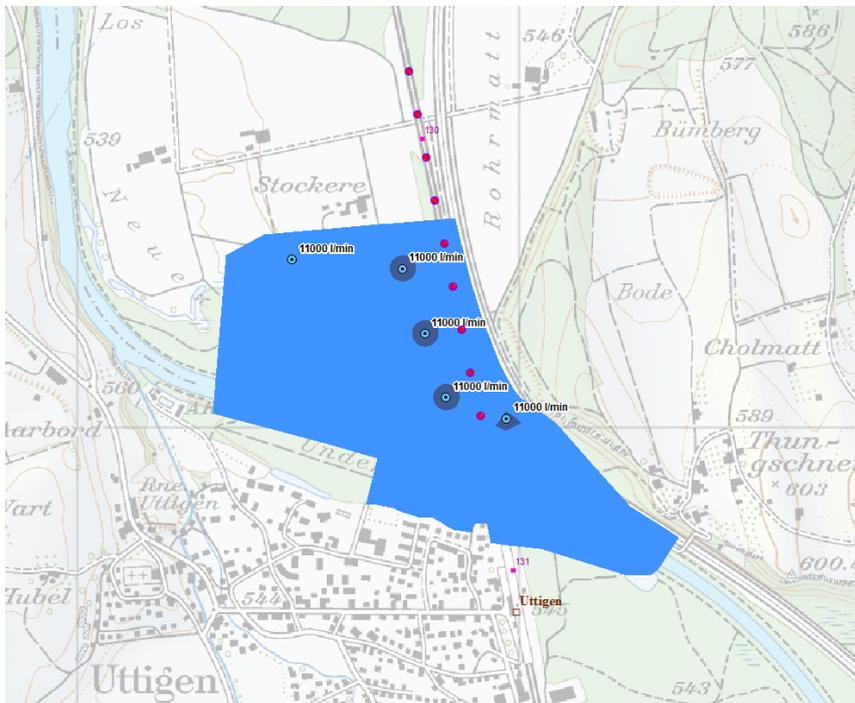


Figura 13: Piano corografico relativo al tronco AF_4 a Kiesen con rappresentazione delle zone di protezione delle acque sotterranee e delle captazioni di acqua sotterranea con le relative portate

Caso esemplificativo «Rheinfelden»

Di seguito sono riportati, per il tronco AF_13 a Rheinfelden per il quale è obbligatoria l'analisi dei rischi, la curva cumulativa di rischio (cfr. Figura 12) e i principali fattori influenti che ne determinano l'andamento (cfr. Tabella 7). In questo esempio, per via della portata delle captazioni interessate notevolmente più bassa rispetto al precedente esempio, la curva cumulativa supera solo di poco la linea di accettabilità. La Figura 15 mostra un piano corografico relativo alla situazione riscontrata a Rheinfelden con le captazioni interessate, le relative portate e le zone di protezione vigenti.

Densità degli scambi	Drenaggio	Tipo di terreno	Portata cumulata [l/min]	Direzione di deflusso	Profondità del livello piezometrico	Quantità ponderate di merci pericolose trasportate [t/a]		
						Prodotti petroliferi	Epicloridrina	Percloretilene
0 oppure 1-4	assente	ghiaia/sabbia	2940	verso la captazione	2 m	1,21 mio.	140 742	53 548

Tabella 8: Principali fattori influenti sulla posizione della curva cumulativa globale relativa al tronco «Rheinfelden» (AF_13), per il quale è obbligatoria l'analisi dei rischi



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

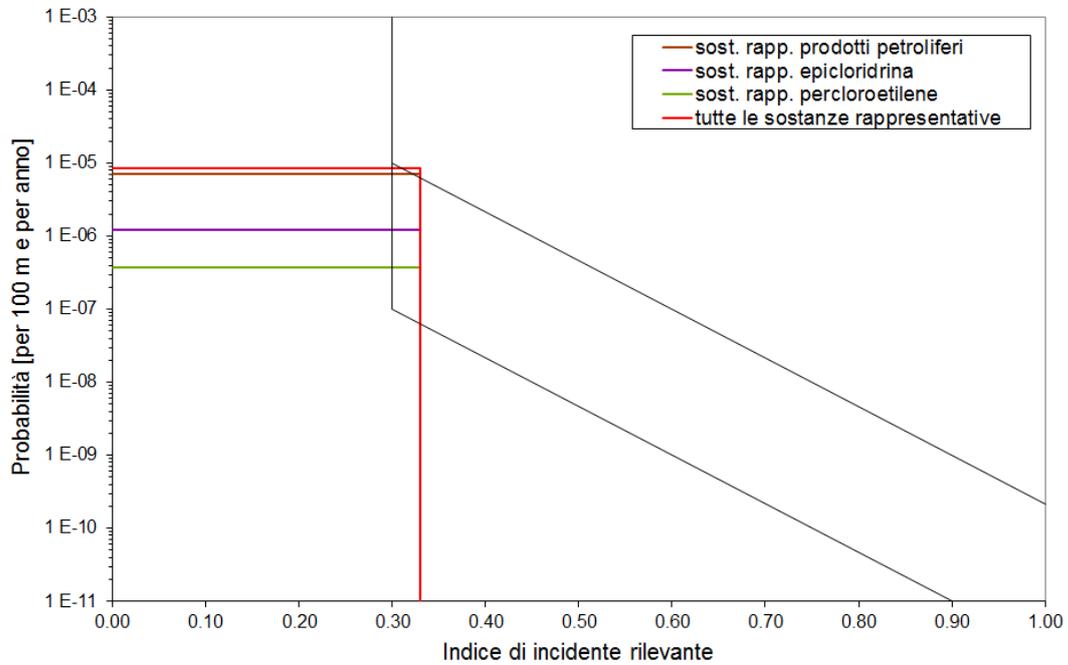


Figura 14: Curva cumulativa di rischio relativa al tronco AF_13 a Rheinfelden

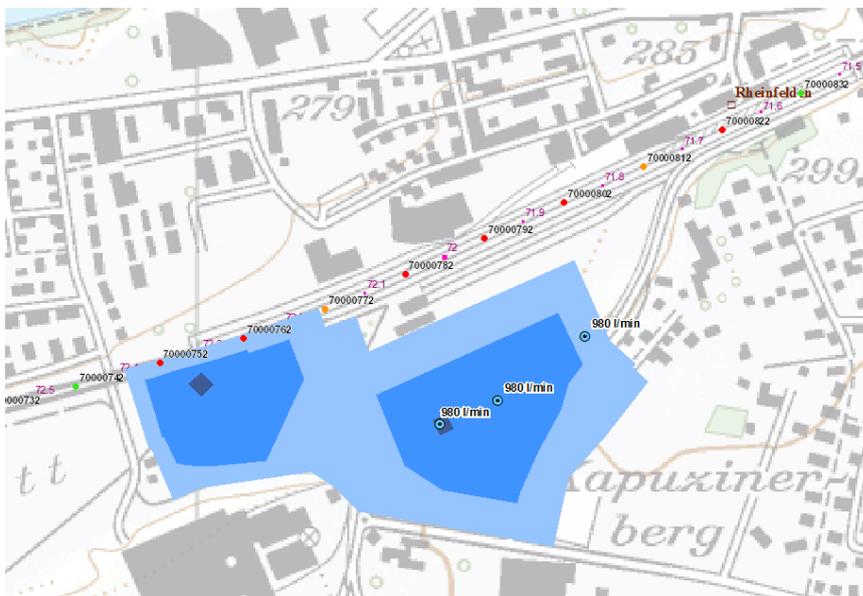


Figura 15: Piano corografico relativo al tronco AF_13 a Rheinfelden con rappresentazione delle zone di protezione delle acque sotterranee e delle tre captazioni di acqua sotterranea interessate, con le relative portate



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

5. Basi

- [CV II, 2001] Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP)
Criteria di valutazione II concernenti l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti OPIR
Luglio 2001
- [OPIR, 1991] **Ordinanza del 27 febbraio 1991 sulla protezione contro gli incidenti rilevanti (ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti, OPIR)**
RS 814.012
- [Tmp ferrovia, 2003] Ufficio federale dell'ambiente, delle foreste e del paesaggio (UFAFP), Ufficio federale dei trasporti (UFT), Ferrovie Federali Svizzere (FFS)
Valutazione delle misure di riduzione dei rischi derivanti dal trasporto di merci pericolose su ferrovia
Ernst Basler + Partner AG, febbraio 2003
- [Tmp ferrovia, 2011] Ferrovie Federali Svizzere (FFS), BLS SA, Ufficio federale dei trasporti (UFT), Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)
Rischi per la popolazione derivanti dal trasporto di merci pericolose su ferrovia – Valutazione aggiornata dei rischi su tutta la rete (Screening 2011)
Ernst Basler + Partner AG, dicembre 2011
- [UFAM, 2010] Ufficio federale dell'ambiente (UFAM)
Criteria di valutazione concernenti l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti, aiuto all'esecuzione per le aziende, le vie di comunicazione e gli impianti di trasporto in condotta; progetto per consultazione, versione del 2 luglio 2010
- [UFT, 2008] Ufficio federale dei trasporti (UFT)
Rapporto metodologico e risultati dello screening dei rischi per l'ambiente (riunione del 20 maggio 2008)
Ernst Basler + Partner AG, 28 aprile 2008
- [UFT, 2013] Ufficio federale dei trasporti (UFT)
Documentazione delle basi dello screening dei rischi per la popolazione derivanti dal trasporto di merci pericolose su ferrovia 2011
Ernst Basler + Partner AG, febbraio 2013



N. registrazione/dossier: BAV-522.11//3

[UFT, 2015] Ufficio federale dei trasporti (UFT)
Rapporto metodologico sullo screening dei rischi per l'ambiente
Ernst Basler + Partner AG, aprile 2015