

**Accordo tra il CSSLPP ed il Consorzio ReLUIS  
attuativo dei DM 578/2020 e DM 204/2022**

**Attività di formazione per i tecnici degli Enti Locali**

**Modulo II - Rischi naturali e interventi di mitigazione  
per la sicurezza dei ponti**



Napoli

**Lezione n° 7  
Casi studio - Frane**

**Angelo Amorosi, Rossella Bovolenta, Simonetta Cola, Claudio di Prisco, Maria Rita Migliazza, Nicola Moraci,  
Andrea Segalini, Stefania Sica, Gianfranco Urciuoli, Roberto Valentino, Maurizio Ziccarelli**



## Contenuti

### Focus

Livello 0. Reperimento di dati utili alla determinazione della Classe di Attenzione associata al rischio frane.

Livello 1. Ispezione visiva.

Livello 2. Determinazione della Classe di Attenzione associata al rischio frane e della Classe di attenzione complessiva del ponte.

### Applicazione a casi reali

Compilazione delle schede


La procedura si applica a partire dal **livello 0**, dedicato al **censimento delle opere** e alla catalogazione delle loro caratteristiche rilevanti ai fini della valutazione del rischio.

La fonte delle informazioni è costituita da tutta la **documentazione tecnica** esistente sul ponte e sul sito.

Per le **frane** la scheda richiede in primo luogo di indicare se esse sono:

- assenti,
- esistenti e già valutate,
- da verificare.

### Schede di censimento ponti di Livello 0



Codice IOP \_\_\_\_\_ Nome Ponte/Viadotto \_\_\_\_\_  
Strada di appartenenza: \_\_\_\_\_ Progressiva km iniziale: \_\_\_\_\_ Progressiva km finale: \_\_\_\_\_

*Localizzazione*

E' importante eseguire una **ricerca documentale** approfondita ed accurata, sia dei documenti prettamente tecnici (relativi a progetto, esecuzione, successivi interventi, ecc.) sia di documenti amministrativi, che consentono di ricostruire le vicende e le trasformazioni subite dall'opera nel corso degli anni.

Fenomeni erosivi e grandineamento  Assenti  Già valutati  Da verificare  
Fenomeni franosi  Assenti  Già valutati  Da verificare

*Informazioni generali*

La condizione di «fenomeni franosi assenti» costituisce una valutazione provvisoria, in quanto basata solo su dati documentali. Dovrà essere confermata o meno in sede di ispezione visiva (Livello 1).

**LIVELLO 0**

La scheda di **livello 0** prevede la raccolta di dati relativi alla topografia del territorio utili ai fini della **caratterizzazione sismica** del sito.

L'elevata sismicità è un fattore che contribuisce alla franosità (in presenza di condizioni topografiche e litologiche sfavorevoli).

Frane sismo-indotte più frequenti:

- crolli,
- ribaltamenti,
- scorrimenti riattivati,
- colate di terra riattivate.



<i>Dati Geomorfolo</i>				
<b>Morfologia del sito</b>				
<input type="radio"/> Cresta	<input type="radio"/> Pendio dolce (0 – 10°)			
<input type="radio"/> Pendio moderato (10° - 25°)	<input type="radio"/> Pendio ripido (> 25°)			
<input type="radio"/> Pianura	<input type="radio"/> Pianura alla base dei versanti			
<i>Caratteristiche geometriche</i>				
Luce complessiva (Estesa) [m]	_____	N° campate	_____	
Larghezza totale impalcato [m]	_____	Luce campate	_____	
Tracciato	<input type="radio"/> Rettilineo	<input type="radio"/> In curva		
<i>Tipologia strutturale</i>				
<input type="radio"/> Arco in Muratura	<input type="radio"/> Travate appoggiate	<input type="radio"/> Travate continue	<input type="radio"/> Soletta in C.A.	<input type="radio"/> Sezione tubolare in c.a.
<input type="radio"/> Arco in C.A.	<input type="radio"/> Travate Gerber	<input type="radio"/> Cassone in Precompresso	<input type="radio"/> Sezione tubolare in acciaio	<input type="radio"/> Arco in acciaio
<input type="radio"/> Strallato o sospeso	<input type="radio"/> Altro _____	<input type="radio"/> Travate in c.a.p. a cavi post-tesi		
<i>Spalle</i>				
Tipologia spalla ini _____				
Fondazioni spalla _____				
<i>Pile - Materiale d</i>				
<input type="radio"/> Muratura				
<input type="radio"/> Legno				

La sismicità del territorio può non essere rilevante rispetto alle frane meteo-indotte (che rappresentano la maggioranza dei casi) e a quelle provocate da trasformazioni topografiche del territorio sia antropiche che naturali (erosione al piede del pendio provocata da corsi d'acqua).

Il compilatore deve indicare, in linea di massima, **l'entità delle conseguenze del dissesto temuto**, anche in termini di perdita di vite umane.

Nel caso in cui è possibile reperire gli **elaborati tecnici della progettazione** si dispone di dati utilissimi per la valutazione della Classe di Attenzione associata al rischio di frana. Tali informazioni sono in genere contenute negli elaborati a corredo del **progetto strutturale**, depositati presso gli Uffici del Genio Civile.

Durata deviazione		Km _____	Minuti _____
Categoria del percorso alternativo individuato _____			
Disponibilità di studi trasportistici specifici		<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO
		Allegato n. _____	
<i>Classi di conseguenza (secondo definizione EN 1990:2002)</i>			
<input type="radio"/>	CC3 (Elevate conseguenze per perdita di vite umane, o con conseguenze molto gravi in termini economici, sociali o ambientali)	<input type="radio"/>	CC2 (Conseguenze medie per perdita di vite umane, o con conseguenze considerevoli in termini economici, sociali o ambientali considerevoli)
<input type="radio"/>	Minore di CC3	<input type="radio"/>	CC1 (Conseguenze basse per perdita di vite umane, o con conseguenze modeste o trascurabili in termini economici, sociali o ambientali)
In caso di classe di conseguenza minore di CC3, fornire adeguata giustificazione:			
_____			
<i>Documenti progettuali disponibili</i>			
<u>Documentazione iniziale</u>		Fonte	Allegato n.
Strumenti del finanziamento	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Piani e strumento di programmazione	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
<u>Progetto preliminare/di massima</u>		Fonte	Allegato n.
Documenti descrittivi	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Documenti grafici	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
Documenti inerenti l'iter di approvazione	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	
<u>Progetto definitivo/esecutivo</u>		Fonte	Allegato n.
Documenti descrittivi	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

**LIVELLO 0**

La scheda richiede genericamente se sono disponibili altri documenti inerenti al rischio idrogeologico e segnatamente al rischio di frana, facendo esplicito riferimento agli studi di zonazione degli Enti locali.

Oltre agli studi a carattere sovracomunale, eseguiti dalle Autorità di Bacino competenti per territorio, ora in capo ai Distretti idrografici, le **cartografie a corredo degli strumenti urbanistici comunali** sono un utile riferimento.



<i>Progetto ...</i>			
<i>Documenti descrittivi</i>	<input type="radio"/> SI		<input type="radio"/> NO
<i>Documenti grafici</i>	<input type="radio"/> SI		<input type="radio"/> NO
<b><u>Interventi di incremento del grado di sicurezza</u></b>		<b>Fonte</b>	<b>Allegato n.</b>
<i>Intervento 1</i>			
<i>Documenti descrittivi</i>	<input type="radio"/> SI		<input type="radio"/> NO
<i>Documenti grafici</i>	<input type="radio"/> SI		<input type="radio"/> NO
<i>Intervento ...</i>			
<i>Documenti descrittivi</i>	<input type="radio"/> SI		<input type="radio"/> NO
<i>Documenti grafici</i>	<input type="radio"/> SI		<input type="radio"/> NO
<b><u>Documenti disponibili inerenti alle condizioni di rischio idrogeologico</u></b>			
<i>Rischio idraulico</i>			
<i>Rischio frane</i>			
<b><u>Altre documentazioni (es. zonazioni da Enti locali)</u></b>			

**Livello 0: documentazione utile reperibile**

Stralci cartografici sulla pericolosità da frana derivanti dalle seguenti fonti:

- **cartografia PAI** del Distretto idrografico competente per territorio;
- inventario dei fenomeni Franosi Italiani (**IFFI**);
- pubblicazioni scientifiche.

Segnalazioni alla Protezione Civile Regionale.

Foto aeree.

Spostamenti al suolo da dati satellitari.

Relazioni di monitoraggio idrogeologico, topografico e geotecnico a cura del Gestore.

Altre note del Gestore.

Progetto originale dell'opera.

Progetti di ripristino strutturale di parte del ponte (esclusi i miglioramenti locali).

Progetti di interventi di mitigazione del rischio di frana su spalle, fondazioni e versante.

I suddetti progetti contengono in genere i seguenti elaborati:

- relazione geologica,
- indagini sul sottosuolo,
- relazione geotecnica,
- relazione sulle fondazioni,
- relazione sulla stabilità dell'area.

### Database PROGETTO IFFI

E' disponibile e consultabile l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (**Progetto IFFI**), realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome.

Si tratta di un database sulle frane occorse in Italia ed è costituito da dati omogenei e confrontabili a scala nazionale grazie all'adozione di una metodologia standardizzata. Costituisce la Banca dati sulle frane più completa in Italia, per la scala della cartografia adottata (1:10 .000) e per il numero di parametri associati riportati.

### Frane censite in Italia

In Italia risultano censite 528.903 frane che interessano un'area di 22.176 km<sup>2</sup>, pari al 7,3% del territorio nazionale.

### Mosaicatura ISPRA

Ispra ha raccolto i dati sulla pericolosità da frana prodotti dalle Autorità di Bacino / Distretti (**PAI/PSAI**) ed ha proceduto ad omogeneizzare i dati, adottando le seguenti classi:

Molto elevata (P4),

Elevata (P3),

Media (P2),

Moderata (P1),

Area di attenzione (AA) a cui non è associato alcun livello di pericolosità, la cui definizione è demandata ad uno studio geo-morfologico specifico.

### Pericolosità da frana in Italia

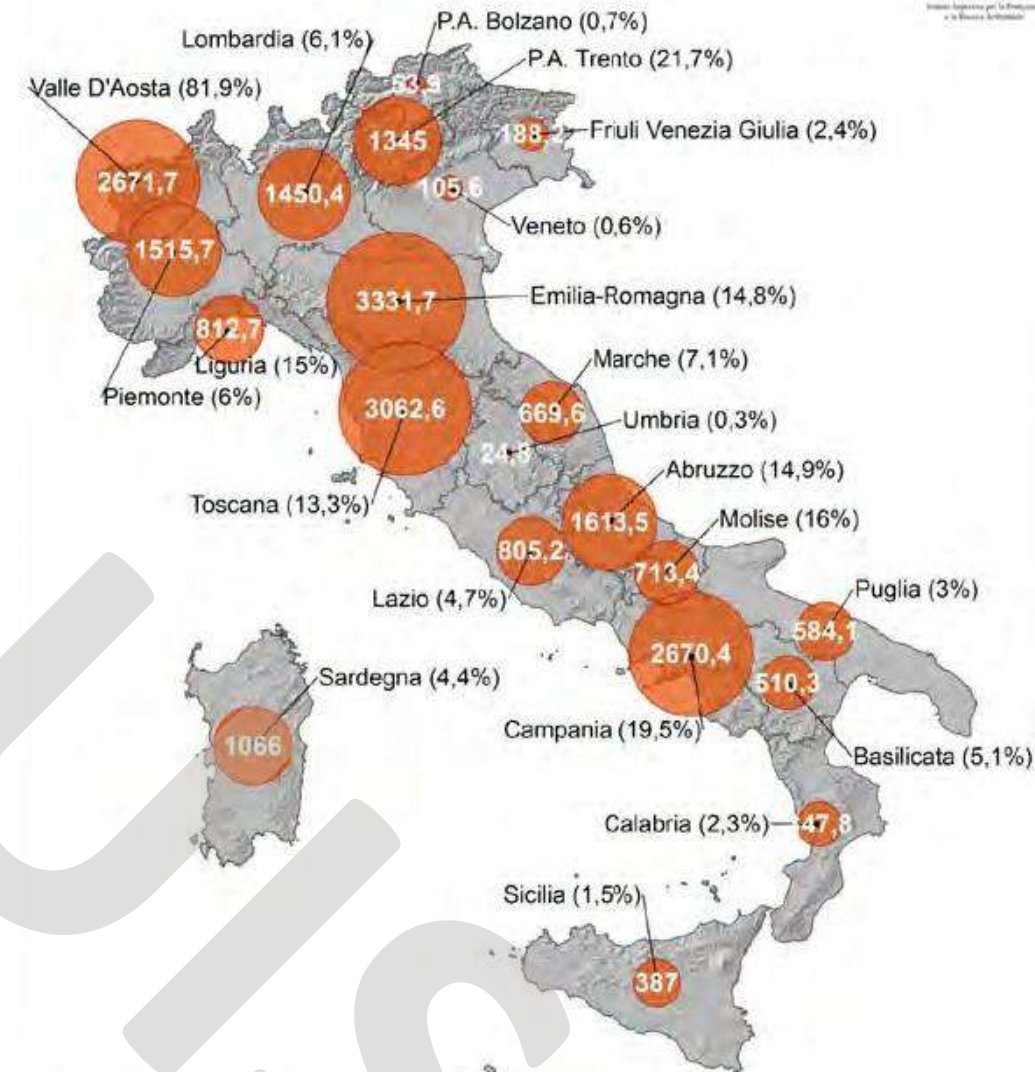
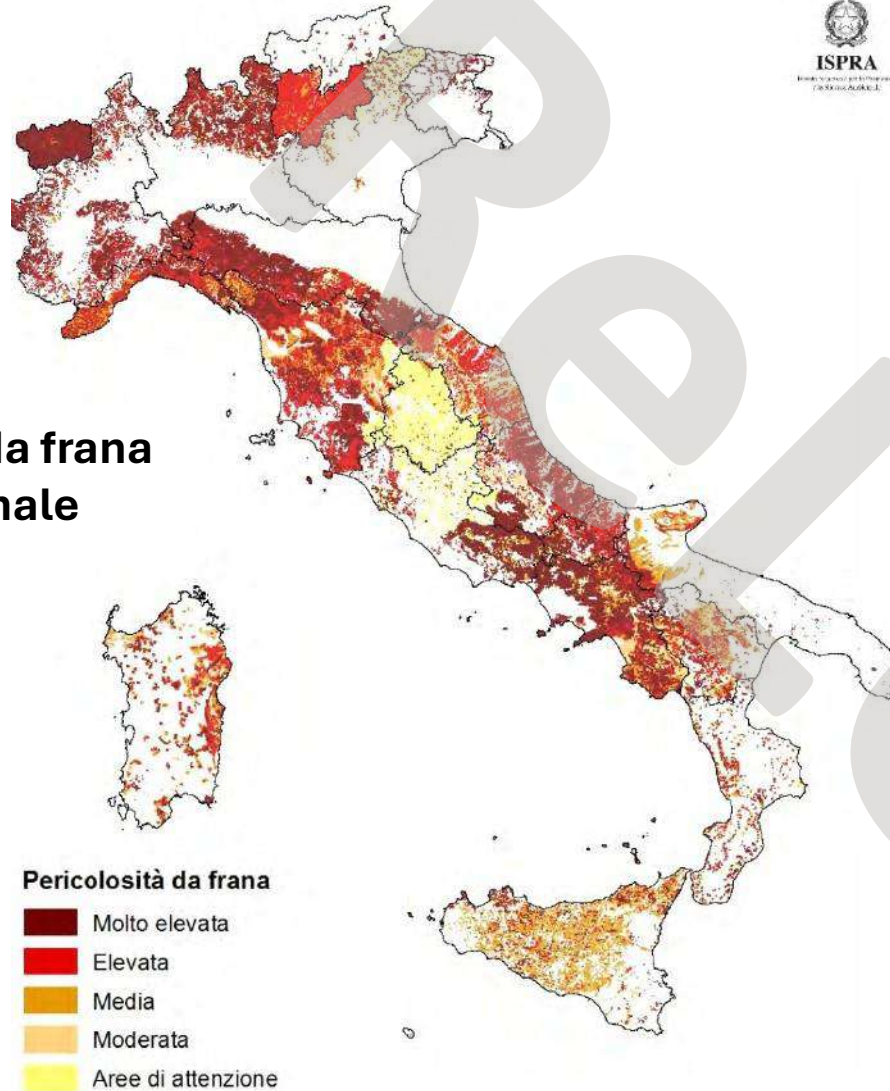
In Italia il 2.9% del territorio è classificato a pericolosità P4, il 5.0 % è in classe P3, il 4.1% in P2 , il 4.5% in P1 e il 2.8% in AA.



**Rischio frane: sintesi documentazione nazionale**



**Sintesi della pericolosità da frana a scala nazionale (dati ISPRA)**



**Aree a pericolosità da frana elevata P3 e molto elevata P4**

- 387 Superficie a pericolosità da frana (km²)
- (1,5%)** Percentuale sul territorio regionale

**LIVELLO 1 – Elementi critici**

La scheda di Livello 1 richiede l'ispezione degli **elementi critici della struttura**.

Possono manifestarsi criticità strutturali riconducibili all'interazione col corpo di frana.

A esempio, la condizione di criticità di un elemento, come indicato nel testo delle LLGG, può essere individuata anche da un'incipiente perdita di appoggio dell'impalcato su una pila, o una spalla, che può verificarsi, a causa di movimenti della struttura dovuti a frane o cedimenti in atto.



*Elementi critici (vedi § 3.3 delle Linee Guida)*

Assenti

Presenti

Tipologia di elemento	
Stato di degrado ( <i>descrizione sintetica</i> )	

**Nota:** Si definiscono elementi critici gli elementi particolarmente soggetti ai fenomeni di degrado e i cui eventuali malfunzionamenti possono incidere significativamente sul comportamento strutturale globale del ponte, ovvero gli elementi o le condizioni per i quali la presenza di uno stato di degrado avanzato è da segnalare immediatamente. La presenza di elementi critici con stato di degrado avanzato comporta un livello di difettosità attuale alto.

*Informazioni Ispezione*

Possibilità di accedere al di sotto del ponte	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	<input type="radio"/> PARZIALE (n° campate completamente ispezionate = _____)
Ispezionati entrambi i prospetti	<input type="radio"/> SI	<input type="radio"/> NO	

Prospetto Ispezionato: \_\_\_\_\_

Il **Livello 1** prevede l'esecuzione di ispezioni visive su tutte le opere presenti sul territorio catalogate nel censimento di Livello 0.

Il compilatore deve indicare se il **rischio frana** è **presente** o **assente** sulla base di quanto è possibile osservare nel corso del **sopralluogo**.

L'informazione si aggiunge a quella di Livello 0 che deriva invece dalla consultazione della documentazione esistente e quindi definisce in maniera definitiva la condizione del territorio.

### Schede di ispezione ponti di Livello 1 - Fenomeni di frana e fenomeni idraulici

Le ispezioni mirano a fornire una “fotografia” ed una descrizione quanto più oggettiva possibile delle effettive condizioni dell’opera e del territorio circostante, mediante:

- un accurato rilievo fotografico,
- il rilievo geometrico,
- il rilievo dei principali fenomeni di degrado.

#### Localizzazione

Documentazioni quali le carte di pericolosità e rischio delle Autorità distrettuali territorialmente competenti costituiscono un primo riferimento, utile ma non esaustivo. E' indispensabile un attento esame delle condizioni del sito e la conseguente compilazione delle schede di rilievo di Livello 1. Anche l'analisi di dati satellitari può risultare utile.

Qualora il rischio frana sia ritenuto assente, non occorre proseguire con la valutazione della CdA frane, in quanto non influente ai fini della determinazione della CdA complessiva associata al ponte. Questa determinazione non può essere assunta già al Livello 0.

Proprietario \_\_\_\_\_

Concessionario \_\_\_\_\_

La scheda frane, oltre che essere compilata con le informazioni richieste, deve essere corredata da **stralci cartografici, foto aeree, documentazione fotografica** e ogni tipo di documento utile a rappresentare: a) lo stato dei luoghi, b) eventuali segni di dissesto in atto, c) i fattori che predispongono l'innescio di frane potenziali.

Questi documenti, fra l'altro, sono utili in occasione delle ispezioni periodiche e straordinarie successive per valutare **l'evoluzione morfologica** del territorio.

Ente vigilante	_____	
Autorità distrettuale	_____	
Bacino idrografico	_____	
<b>Il compito del tecnico incaricato in sede di sopralluogo è di confermare la presenza di frane già riconosciute, sia in atto che inattive, nonché di individuare eventuali frane potenziali.</b>		
<input type="radio"/> Pianura	<input type="radio"/> Pianura alla base dei versanti	
<b>Unità fisiografica</b>		
<input type="radio"/> Montuosa	<input type="radio"/> Collinare	
<input type="radio"/> Pianura intermontana	<input type="radio"/> Pianura bassa	
<b>Confinamento alveo</b>		
<input type="radio"/> Confinato	<input type="radio"/> Semiconfinato	<input type="radio"/> Non confinato
<b>Stralcio Cartografico. Satellitare attuale e storico. Foto Aeree (Indicare Fonti e reperibilità) (vedi allegati)</b>		
<b>Riprese fotografiche e eventuale sezione schematica illustrativa (vedi allegati)</b>		

**LIVELLO 1 – Scheda frane**

Nel Livello 1 è richiesta la valutazione delle condizioni di sito anche alla luce delle informazioni documentali reperite nel Livello 0.

In questa ottica il compilatore deve riportare le condizioni di **pericolosità** e di **rischio** del PAI/PSAI che rappresentano sempre un riferimento di estrema utilità.

In ogni caso il compilatore può rilevare condizioni di pericolo non riportate nella cartografia ufficiale.

*Rischio frane e rischio idraulico da documentazione disponibile*

Condizione di pericolosità / rischio Cartografia PAI

Altri documenti (progetti, PUC cartografie tecnico scientifico)

Pericolosità PAI/PSAI – Frane

Pericolosità PAI/PSAI – Idraulico

Nella scheda «frane» sono richieste informazioni di natura tecnica che presuppongono conoscenze specifiche da parte del compilatore (le Linee Guida prescrivono che le attività siano svolte da «**tecnici adeguatamente formati**») e che riguardano le unità **litologiche** presenti sui luoghi, il **tipo di frana** in atto o temuta, la **tendenza evolutiva** del corpo di frana e del pendio.

Nell'area ritenuta pericolosa possono verificarsi le seguenti situazioni:

- il fenomeno è stato riconosciuto ma non ancora studiato (ad esempio, il fenomeno è censito sulla cartografia esistente o rilevato in sede di sopralluogo mediante l'osservazione di segni morfologici);
- il fenomeno è stato riconosciuto e studiato (ad esempio, è presente una perimetrazione del fenomeno sulla base di specifici studi);
- il fenomeno è stato modellato ed è oggetto di monitoraggio (ad esempio, è presente una perimetrazione del fenomeno con specifica analisi di modellazione e disponibilità di dati derivanti dal monitoraggio\*);
- il fenomeno è oggetto di opere di mitigazione (ad esempio, sono presenti opere di stabilizzazione).

(\*) Il compilatore deve allegare la documentazione reperita.

Rimboscimento

Bosco ceduo

Bosco a alto fusto

Incerto nudo

cespugliato

**LIVELLO 1 – Scheda frane**

La scheda richiede, fra gli altri dati, la stima dello **stato di attività** e della **magnitudo**, intesa come volume del corpo di frana.

Dalle cartografie tematiche, ammesso che la frana sia cartografata, è rilevabile solo la superficie in pianta delle frane perimetrare.

In assenza di misure inclinometriche, la stima del volume è un'operazione piuttosto incerta, affidata alla responsabilità del compilatore.

Un “fenomeno riconosciuto”, così come riportato nelle schede di Livello 1, è caratterizzato da **segni morfologici** sufficientemente evidenti da consentirne la perimetrazione. Esso può essere rilevato dalla cartografia tematica esistente oppure in fase di sopralluogo.

Il fenomeno è potenziale se non è riconoscibile nel senso innanzi detto ma è possibile osservare durante il sopralluogo **elementi** topografici, stratigrafici e geomorfologici **predisponenti** lo sviluppo di una frana.

Per le frane potenziali, in funzione delle evidenze geomorfologiche e del tipo di fenomeno temuto, il tecnico incaricato valuta un preliminare livello di criticità.

Media

Fondovalle

nte o viadotto [m]

à superficie di distacco [m]

tenziali)

**LIVELLO 1 – Scheda frane**

La scheda richiede altresì la stima della **massima velocità attesa** del corpo di frana.

Non si tratta della velocità osservata all'atto del sopralluogo ma del massimo valore associato, sulla base di apposite classificazioni di letteratura, al tipo di frana rilevato o temuto.

Il compilatore deve altresì riportare l'**estensione dell'interferenza** e la propria percezione dell'**affidabilità della valutazione**.

<input type="radio"/>	Media ( $2,5 \cdot 10^5 - 10^4$ )		
<input type="radio"/>	Piccola ( $10^2 - 10^4$ )		
<input type="radio"/>	Molto piccola ( $< 5 \cdot 10^2$ )		
<i>Parametro della massima velocità attesa in funzione della tipologia di frana in atto o potenziale <math>P_v</math></i>			
<input type="radio"/>	Estremamente/molto rapida ( $> 3$ m/min)		
<input type="radio"/>	Rapida (3 m/min – 1,8 m/h)		
<input type="radio"/>	Moderata (1,8 m/h – 13 m/mese)		
<input type="radio"/>	Lenta (13 m/mese – 1,6 m/anno)		
<input type="radio"/>	Estremamente/molto lenta ( $< 1,6$ m/anno)		
<i>Estensione interferenza</i>			
<input type="radio"/>	Totale	<input type="radio"/>	Parziale (spalle o pile)
<input type="radio"/>	Zona di approccio	<input type="radio"/>	Altro _____
<i>Affidabilità complessiva della valutazione</i>			
<input type="radio"/>	Buona	<input type="radio"/>	Limitata





## Frane riconosciute e potenziali

### Terreni a grana fine

#### Segni di attività (frane riconosciute)

- Lesioni al suolo lineari o arcuate.
- Scarpe.
- Nicchie di distacco.
- Contropendenze nella zona di testata.
- Rigonfiamenti nella zona di accumulo.
- Inclinazione della vegetazione di alto fusto o di pali (verso monte nella zona di testata, verso valle nella zona di accumulo).
- Manufatti con quadro fessurativo riconducibile a spostamenti del piano fondale.

#### Fattori predisponenti (frane potenziali)

- Scavi e riporti che hanno sfavorevolmente alterato la topografia del versante.
- Presenza di corsi d'acqua con capacità erosiva al piede del versante.

### Fronti di roccia fratturata

#### Segni di attività (frane riconosciute)

- Evidenza di: - impronte di distacchi avvenuti,
  - blocchi crollati al piede o a valle del fronte,
  - impronte di impatti sulla vegetazione o su altri ostacoli.

#### Fattori predisponenti (frane potenziali)

- Presenza di: - fratture aperte o beanti che delimitano blocchi isolati,
  - discontinuità a franapoggio alla base dei blocchi,
  - tratti di roccia strapiombante,
  - strati più deboli alternati a strati lapidei.

### Terreni granulari

#### Segni di attività (frane riconosciute)

- Presenza al piede del versante di conoidi di frana riconducibili ad eventi pregressi.

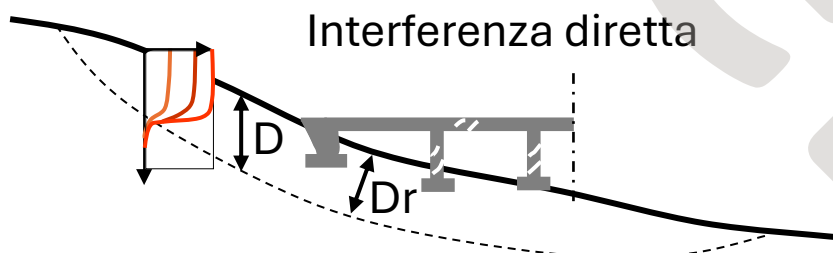
#### Fattori predisponenti (frane potenziali)

- Presenza di: - versanti acclivi con affioramenti di terreni granulari di spessore non trascurabile,
  - tagli stradali, balze rocciose affioranti,
  - aree degradate: incendiate o non vegetate,
  - opere di sostegno (macere) dissestate.

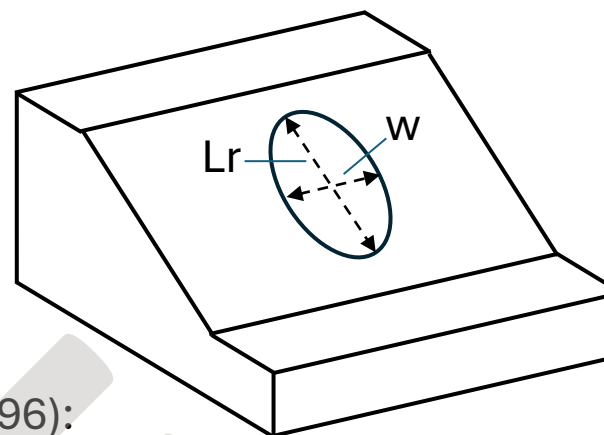


Ai fini del calcolo del **volume**,  $V$ , la delimitazione a piano campagna del contorno del corpo di frana è rilevabile a vista; lo spessore (nel caso di frane attive) può essere determinato mediante **misure inclinometriche**.

Determinazione dello spessore,  $D$ , misurato lungo la verticale mediante misure inclinometriche.  
 $D_r$  è la proiezione di  $D$  normalmente al pendio.



Le frane di scorrimento si presentano in genere come semi-ellissoidi.



Secondo Cruden e Varnes (1996):

$$V = \frac{1}{6} \pi \cdot D_r \cdot w \cdot L_r$$

Se lo spessore del corpo di frana non è noto da misure inclinometriche, Guzzetti et al. (2009), sulla base di un ampio catalogo di frane documentate, suggeriscono:

$$V(mc) = k \cdot A^\alpha$$

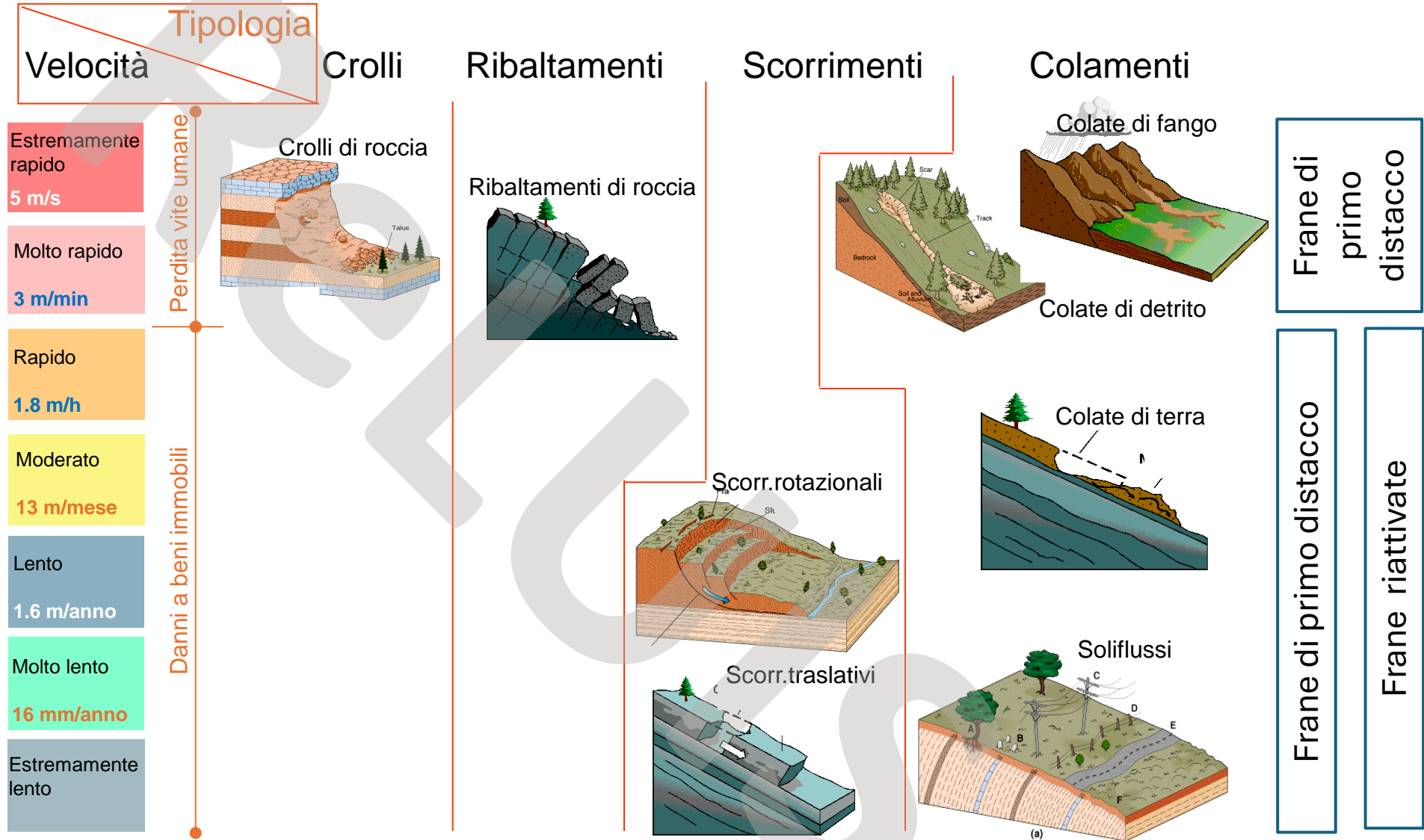
con  $A$  (mq) = superficie planimetrica,  $k = 0.074$  e  $\alpha = 1.450$ .

**Meccanismi di frane e velocità**

Le Linee Guida fanno riferimento alla classificazione delle frane di Varnes, in cui sono definiti cinque meccanismi che poi si articolano ulteriormente in ragione del materiale coinvolto.

Ciascun tipo di frana è caratterizzato da un intervallo di velocità associato allo specifico meccanismo.

La **velocità** da considerare ai fini della Classe di Attenzione è quella **massima associata al meccanismo**.



**Meccanismi di frane e velocità**



Tabella B.3 – Velocità delle frane in base alla tipologia del movimento, al materiale coinvolto e allo stato di attività. (N=neoformazione; R=riattivazione)

Tipologia	Crollo	Scivolamento					Colamento		
Materiale	roccia	roccia	detrito	terra	roccia	detrito	terra		
Stato di attività	-	N	R	N	R	-	-	-	
Classe di velocità	6 - 7	5-6	1-5	1-6	5-6	1-5	1-2	1-7	1-4

Linee Guida →

Minaccia alla vita umana e all'infrastruttura

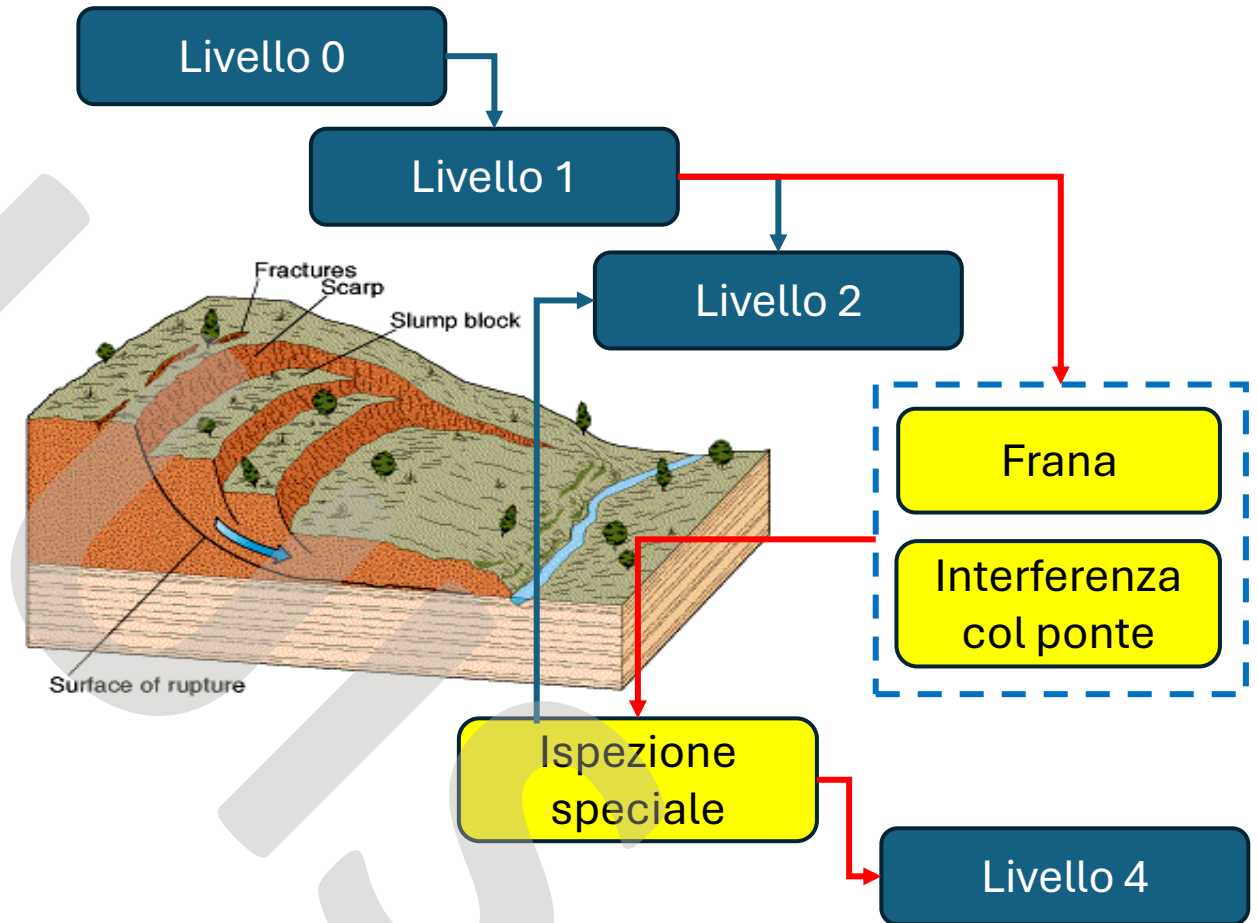
Minaccia all'infrastruttura

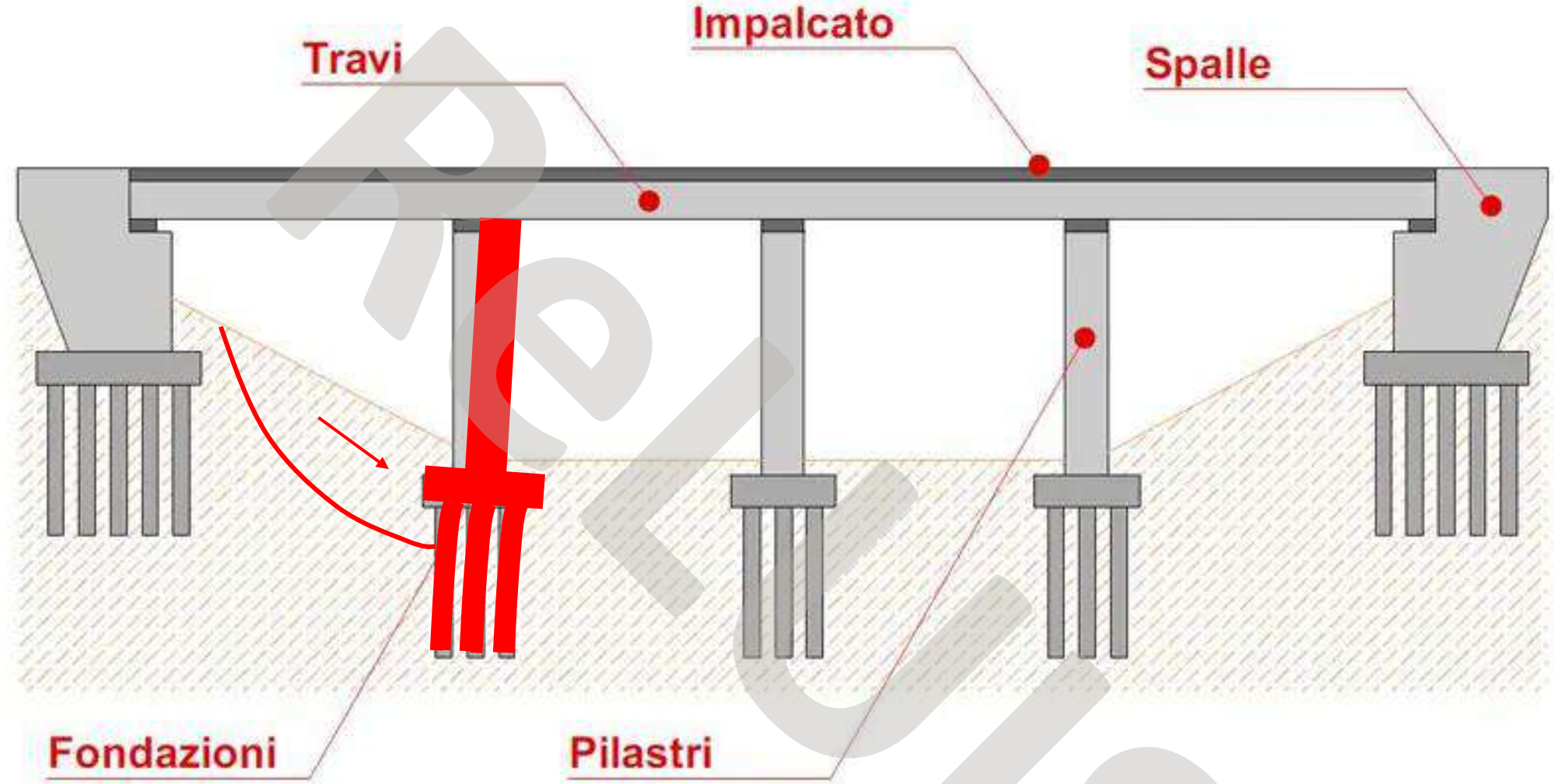
7	Estremamente rapido	5 m/s	5	Fino ad alcuni km	Valanghe di detrito e colate di fango, colate di detrito e di materiali a grana medio-grossa	Pendio molto acclive, ambiente montano, reticolo di drenaggio inciso
6	Molto rapido	3 m/min	$5 \cdot 10^{-2}$	Fino a qualche km o alcuni hm	Colate di detrito e di materiali a grana medio-grossa, crolli di roccia, scivolamenti in roccia, colate di fango in terreni a grana medio-fina	
5	Rapido	1.8 m/h	$5 \cdot 10^{-4}$	Alcuni hm	Colate rapide di argilla, ribaltamenti	Pendio acclive o mediamente acclive
4	Moderato	13 m/mese	$5 \cdot 10^{-6}$	Qualche hm o alcuni dam	Colate di argilla, scivolamenti traslativi di neo-formazione in terreni consistenti	
3	Lento	1.6 m/anno	$5 \cdot 10^{-8}$	Qualche dam	Colate di argilla, scivolamenti rotazionali di neo-formazione, scivolamenti traslativi di neo-formazione In argille	Pendio mediamente acclive o poco acclive, ambiente collinare
2	Molto lento	16 mm/anno	$5 \cdot 10^{-10}$	Qualche m	Scorrimenti rotazionali e traslativi su superfici di taglio esistenti	Pendio poco acclive
1	Estremamente lento				Scorrimenti traslativi su superfici di taglio esistenti, soliflussi, espansioni laterali in argilla, movimenti gravitativi profondi	Situazioni varie

### Indicazioni delle Linee Guida

I dati raccolti nel censimento delle opere di **Livello 0** e acquisiti durante le ispezioni di **Livello 1** permettono di identificare i casi nei quali è richiesta l'esecuzione diretta di valutazioni approfondite e di dettaglio previste dal **Livello 4** dell'approccio multilivello e che, quindi, non sono oggetto di classificazione.

Per i ponti in aree con evidenza di fenomeni alluvionali, **erosionali e franosi**, o riconosciute ad elevato rischio idrogeologico, con **evidenze di una possibile interferenza con la struttura**, occorre eseguire le **ispezioni speciali** volte ad acclarare la necessità di procedere con l'esecuzione diretta di valutazioni approfondite e di dettaglio di **Livello 4**.





**Istr**  
 Le ispez  
 si possa  
 In partic  
 esempio  
 per l'are

**Noi**  
 La valut  
 riduzion  
 .....  
 deforma  
 .....

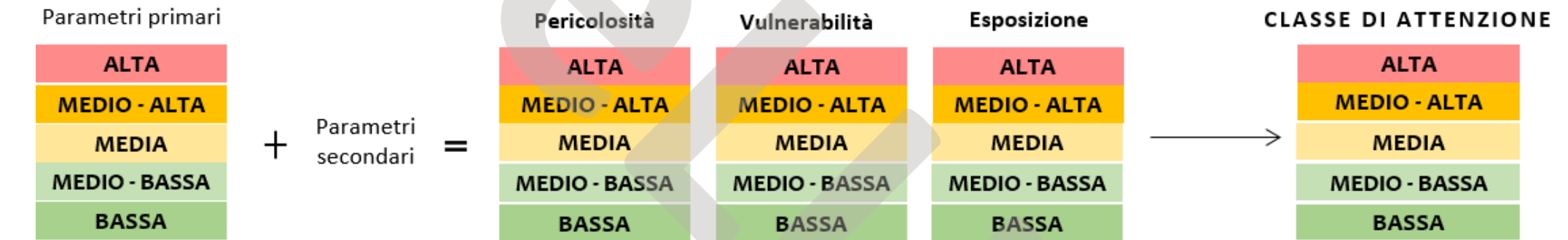
che  
 e ad  
 ibili  
 ni: -

↓  
 Spostamenti di parti dell'opera  
 dovuti all'interazione fra la  
 struttura e il corpo di frana



Per ciascun pericolo a cui il ponte è esposto, le componenti del rischio (**pericolosità, vulnerabilità ed esposizione**) vengono dapprima analizzate separatamente e quindi conglobate nella Classe di Attenzione associata a quel pericolo.

*Flusso logico per la determinazione della classe di attenzione*

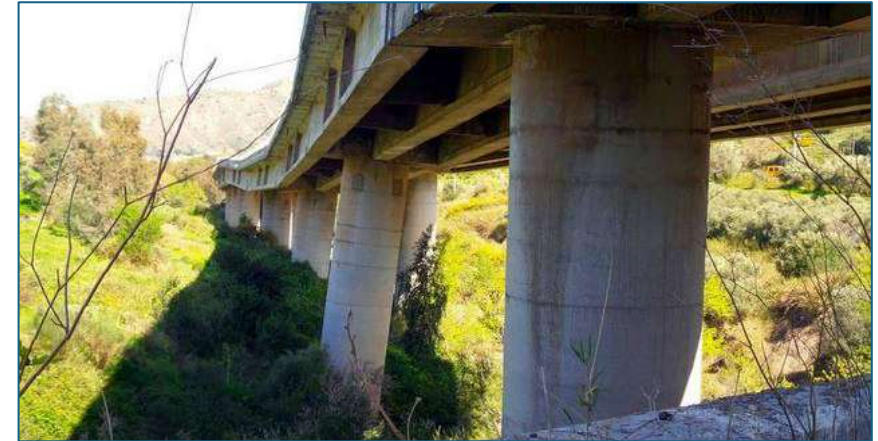


Le Classi di Attenzione determinate per i pericoli a cui il ponte è esposto vengono a loro volta conglobate nella Classe di Attenzione complessiva del ponte.

**Livello 2: rischio frana**

Per la Classe di Attenzione associata al **rischio frana** vengono riportati in tabella i **parametri primari** e **secondari**.

I parametri relativi alla **suscettibilità** qualificano l'intensità del movimento franoso, quelli relativi a **vulnerabilità** ed **esposizione** sono mutuati dal **rischio sismico**.



*Tabella 4.15. - Parametri primari e secondari per la determinazione di fattori di suscettibilità, vulnerabilità ed esposizione associati al rischio frane*

	<b>Parametri primari</b>	<b>Parametri secondari</b>
<b>Suscettibilità</b>	Instabilità di versante (Magnitudo, Velocità, Stato di attività)	Incertezza di modello Misure di mitigazione
<b>Vulnerabilità</b>	Tipologia/robustezza del ponte e tipologia di fondazioni	Estensione dell'interferenza
<b>Esposizione</b>	Livello di TGM e luce della campata	Alternative stradali Tipologia di ente scavalcato Strategicità dell'opera



Tabella 4.16. - Attribuzione dei valori numerici dei parametri di suscettibilità in funzione dello stato di attività, magnitudo, e velocità dell'evento

Parametro dello **stato di attività** per le frane riconosciute (**PA**), o di grado di criticità per le frane potenziali (**PC**).

Stato di attività per le frane riconosciute o di grado di criticità per le frane potenziali			
Le frane riconosciute come sospese o quiescenti vanno assimilate a quelle attive.			
Frana potenziale (Pc)	Altamente critica	Critica	Scarsamente critica
PA o Pc	5	3	1

Parametro della **massima velocità potenziale** di spostamento in funzione della tipologia di frana in atto o potenziale (**PV**).

Massima velocità attesa in funzione della tipologia di frana in atto o potenziale (V)					
	V > 3 m/min	3 m/min ≤ V < 1,8 m/h	1,8 m/h ≤ V < 13 m/mese	13 m/mese ≤ V < 1,6 m/anno	V < 1,6 m /anno
	Estremamente/molto rapida	Rapida	Moderata	Lenta	Estremamente/molto lenta
Pv	5	4	3	2	1

Parametro della **magnitudo**, intesa come volume mobilizzabile (**PM**).

Magnitudo attesa su base volumetrica in metri cubi (M)					
	M > 10 <sup>6</sup>	2,5 · 10 <sup>5</sup> < M ≤ 10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup> < M ≤ 2,5 · 10 <sup>5</sup>	10 <sup>2</sup> < M ≤ 10 <sup>4</sup>	M ≤ 10 <sup>2</sup>
	Estremamente/molto grande	Grande	Media	Piccola	Molto piccola
PM	15	12	9	6	3



I parametri **PA**, **PM** e **PV** concorrono alla definizione del parametro **P** che, in base al suo valore, consente di esprimere il grado di instabilità del versante con una qualificazione che varia da **bassa** ad **alta**.

Tabella 4.17 - Determinazione dell'instabilità di versante in funzione della sommatoria dei valori numerici associati ai parametri influenti

$P = P_A + P_M + P_V$ (frana riconosciuta) $P = P_C + P_M + P_V$ (frana potenziale)	Instabilità di versante
20 - 25	ALTA
16 - 19	MEDIO - ALTA
12 - 15	MEDIA
8 - 11	MEDIO - BASSA
5 - 7	BASSA

- Nella determinazione del parametro **P**, il concorso del parametro **PM** [3-15] relativo al volume di frana mobilitabile è prevalente su **PV** [1-5], relativo alla velocità della frana, e a **PA** [1-5], relativo allo stato di attività. Ciò potrebbe comportare una sottostima della capacità di danno delle frane veloci (questo è un aspetto a cui il compilatore deve porre particolare attenzione).
- Per le **frane** riconosciute (**perimetrare**) il volume di frana è più facilmente determinabile attraverso il contorno planimetrico della frana, per le frane **potenziali** la determinazione del volume coinvolto può essere piuttosto incerta.

**Livello 2: rischio frana - suscettibilità**

I **parametri secondari**, cioè l'**incertezza** e le **misure di mitigazione**, determinano al più il passaggio alla classe superiore nel primo caso e alla classe inferiore nel secondo. La presenza di **misure di monitoraggio** conduce invece alla conferma della classe di suscettibilità.

Ciò si traduce nella correzione del livello di suscettibilità, secondo lo schema riportato accanto.

La valutazione del volume di frana (in assenza di misure inclinometriche) e dell'efficacia delle misure di mitigazione comportano in genere una significativa incertezza.

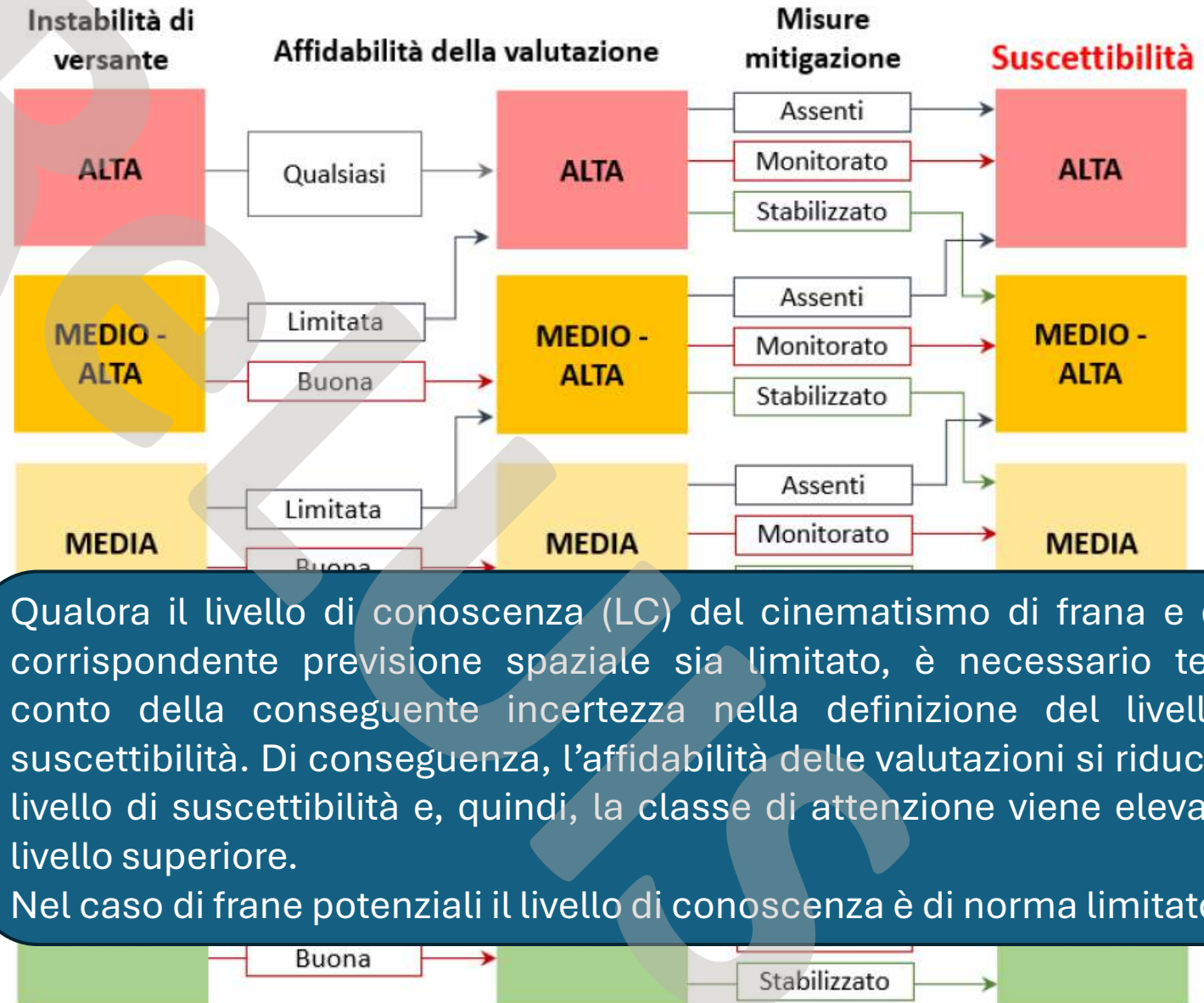


Figura 4.7. – Flusso logico per la determinazione della classe di suscettibilità

**Livello 2: rischio frana - vulnerabilità**

La vulnerabilità dell'opera associata al rischio frane dipende dalla tipologia strutturale del ponti:

- materiale di costruzione,
- gradi di libertà della struttura (isostatica o iperstatica),
- numero e luce delle campate.

Tabella 4.13. – *Classificazione sulla base di schema statico, luce e materiale*

		Schema isostatico		Schema iperstatico	
		L medio-piccola	L elevata	L medio-piccola	L elevata
C.A.	<b>Singola campata</b>	Media	Medio-alta	Bassa	Medio-bassa
	<b>Multi-campata</b>	Medio-alta	Alta	Medio-bassa	Media
C.A.P.	<b>Singola campata</b>	Media	Medio-alta	-	-
	<b>Multi-campata</b>	Medio-alta	Alta	Medio-bassa	Media
Muratura	<b>Singola campata</b>	-	-	Bassa	Medio-bassa
	<b>Multi-campata</b>	-	-	Medio-bassa	Media
Acciaio	<b>Singola campata</b>	Medio-bassa	Medio-bassa	Bassa	Bassa
	<b>Multi-campata</b>	Media	Media	Medio-bassa	Medio-bassa

dove per luci medio-piccole si intendono luci non maggiori di 20 m, per luci elevate le luci maggiori di 20 m.

**Livello 2: rischio di frana - vulnerabilità**

L'unico **parametro secondario**, cioè **l'estensione dell'interferenza**, determina al più:

- il passaggio alla classe superiore se l'interferenza è totale (cioè coinvolge pressoché l'intero ponte);
- o alla classe inferiore (se l'interferenza è localizzata).

In caso di interferenza parziale la Classe di Attenzione rimane invariata.

Ciò si traduce nella correzione della classe di vulnerabilità strutturale e fondazionale, secondo lo schema riportato accanto.

Se dalla documentazione disponibile e/o dalle ispezioni visive effettuate si rileva la presenza di **fondazioni superficiali** o comunque non progettate per resistere alle azioni orizzontali, occorre aumentare di un livello la classe di vulnerabilità.

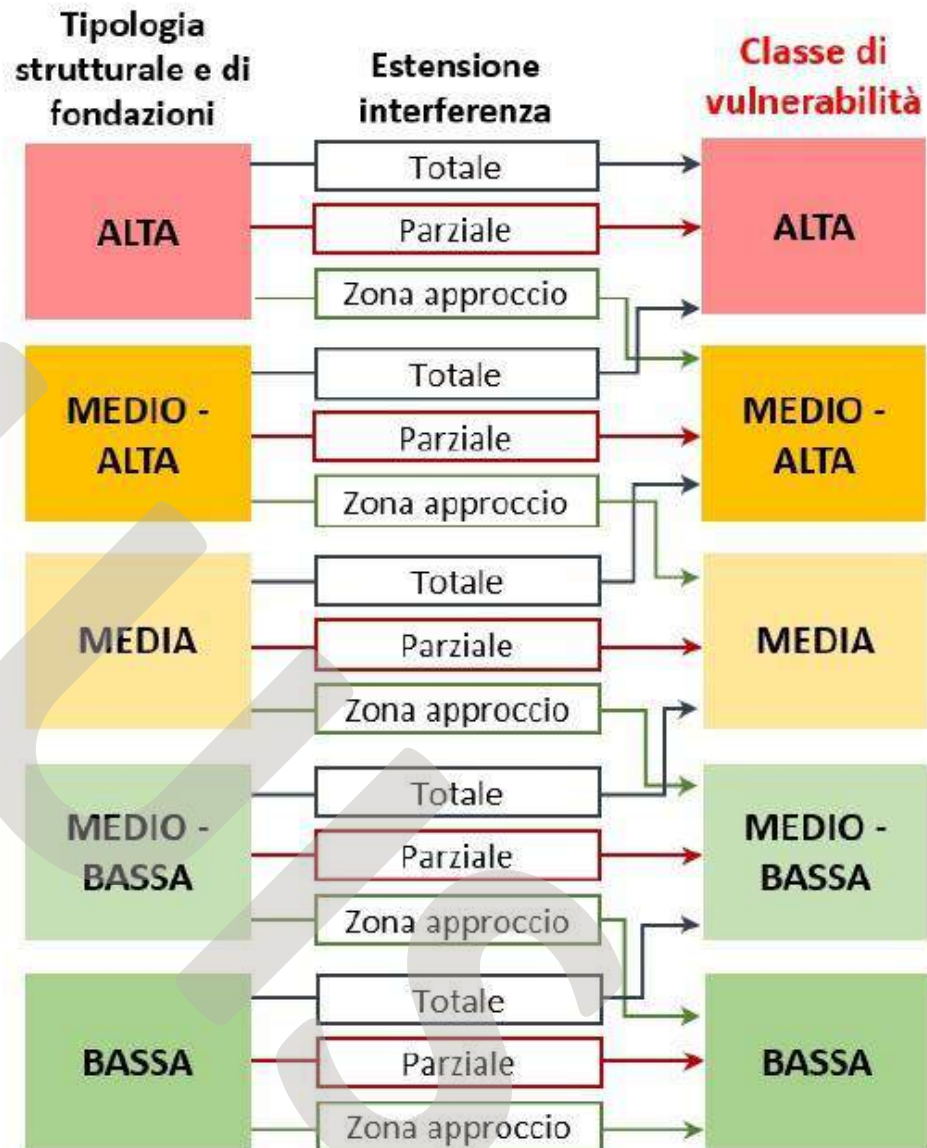


Figura 4.8. – Flusso logico per la determinazione della classe di vulnerabilità

**Livello 2: rischio di frana - esposizione**

L'**esposizione** associata al rischio frane coincide con quella associata al **rischio sismico** (a meno del fatto che non viene considerato il trasporto di merci pericolose). I **parametri primari** sono: **traffico medio giornaliero (TGM)** e **luce media della campata**. Intervengono come **fattori secondari**: le **alternative stradali**, la **tipologia di ente scavalcato** e il **carattere strategico dell'opera**.

*Tabella 4.7. – Livello di Traffico Medio Giornaliero (veicoli/giorno sull'intera carreggiata)*

Alta	Media	Bassa
$\geq 25000$ veicoli/giorno	$10000 < \text{veicoli /giorno} < 25000$	$\leq 10000$ veicoli/giorno

*Tabella 4.8. – Livello di Traffico Medio Giornaliero e luce media della campata del ponte*

		Livello di TGM		
Luce media della campata		Alta	Media	Bassa
Grande luce	$L > 50$ m	Alta	Medio-Alta	Media
Media luce	$20 < L \leq 50$	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa
Piccola luce	$L \leq 20$ m	Media	Medio-Bassa	Bassa

Intervengono come fattori secondari: **le alternative stradali**, la **tipologia di ente scavalcato** e il **carattere strategico** dell'opera.

*Tabella 4.9. – Tipologia di ente scavalcato*

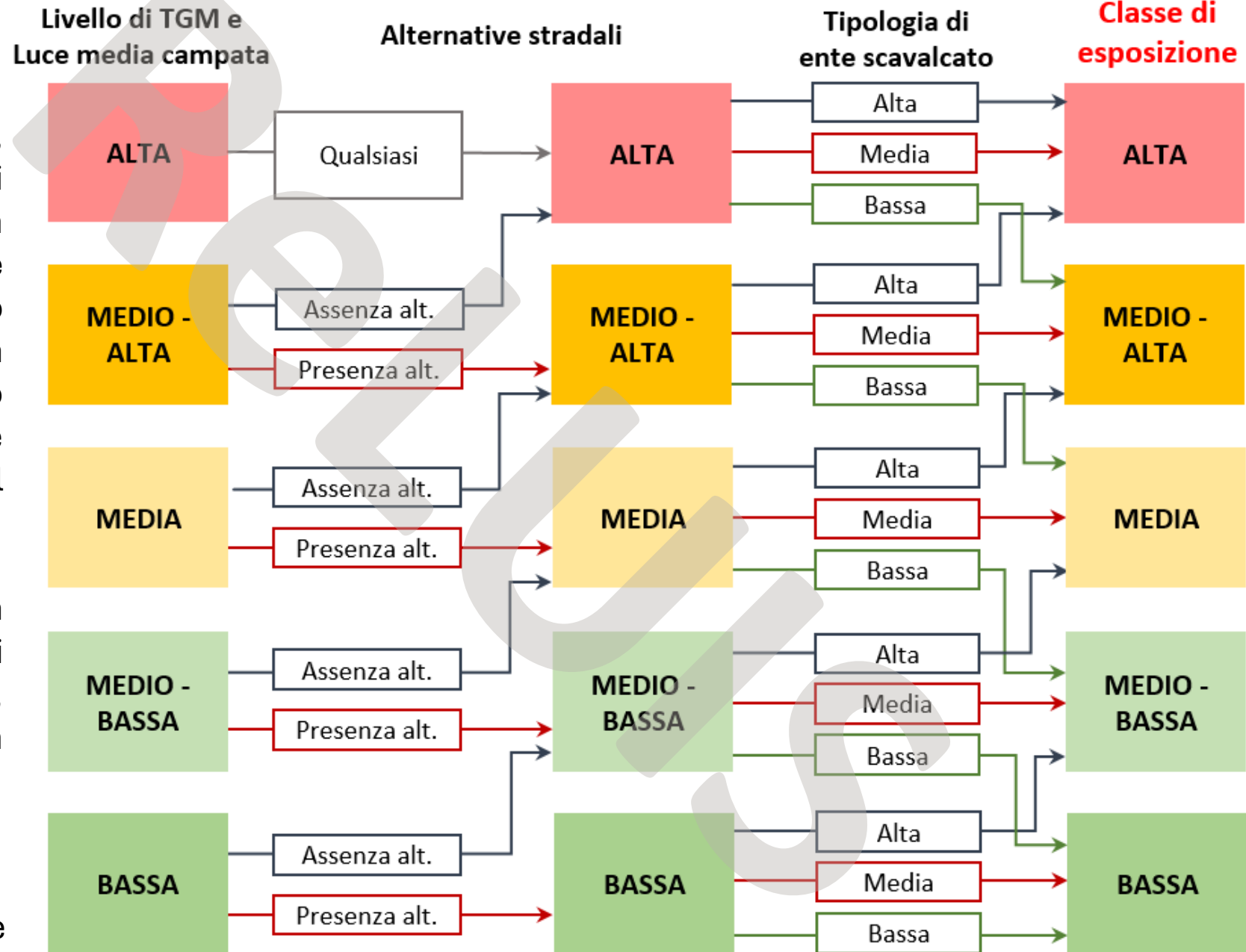
<b>ALTA</b>	Ente scavalcato il cui uso preveda affollamenti significativi e/o con funzioni pubbliche e sociali essenziali e/o la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e/o enti di elevato valore naturalistico, economico e sociale (Ferrovia, zona edificata/antropizzata, strade a viabilità primaria, etc.)
<b>MEDIA</b>	Ente scavalcato il cui uso preveda normali affollamenti, senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza e/o enti con limitato valore naturalistico, economico e sociale (strade a viabilità secondaria, corsi d'acqua, laghi, specchi d'acqua marini, etc.)
<b>BASSA</b>	Ente scavalcato con presenza occasionale di persone e privi di valore naturalistico, economico e sociale (discontinuità naturali, depressioni del terreno, etc.)



**Livello 2: rischio frana - esposizione**

I **parametri secondari**, cioè l'assenza di **alternative stradali** e la **tipologia di ente scavalcato**, determinano al più il passaggio alla classe superiore nel primo caso e alla classe superiore o inferiore nel secondo.

Ciò si traduce nella correzione delle classi di instabilità di versante, secondo lo schema riportato accanto.





## Livello 2: rischio frana - esposizione

Anche per il **rischio frane**, così come per il rischio sismico, il carattere strategico dell'opera determina l'innalzamento del livello di esposizione.

Le opere considerate di interesse strategico, la cui funzionalità durante gli eventi catastrofici assume rilievo fondamentale per le finalità di protezione civile, devono avere una più elevata priorità, in quanto è necessario garantirne l'efficienza in caso di emergenza. A questa categoria appartengono le opere che rientrano nelle classi d'uso III e IV delle vigenti Norme Tecniche per le Costruzioni.

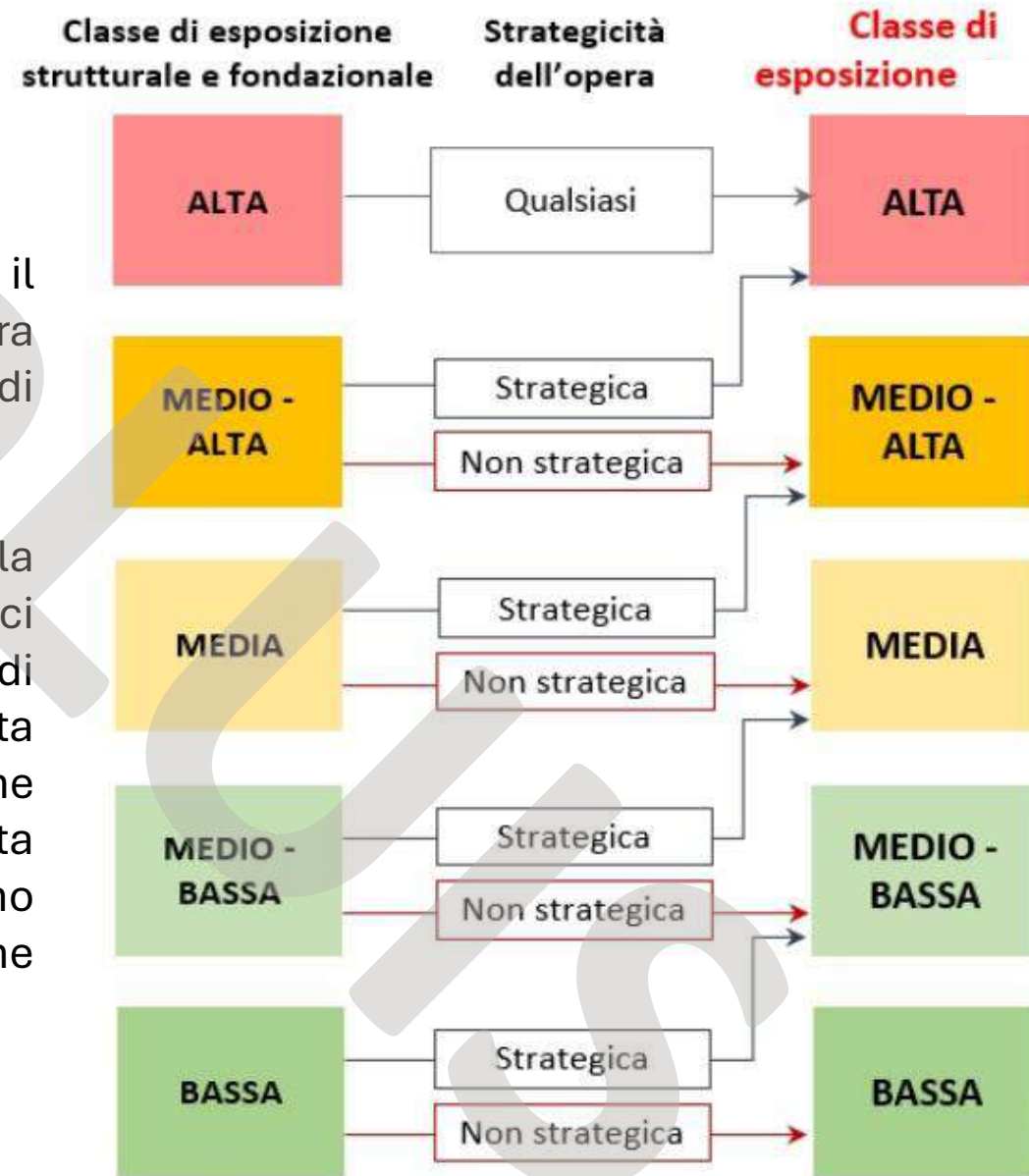


Figura 4.6. – Flusso logico per la determinazione della classe di esposizione sismica

Per la determinazione della Classe di Attenzione associata al rischio frana le Linee Guida riportano cinque tabelle in funzione del livello di suscettibilità: alta, medio-alta, media, medio-bassa e bassa, di cui si riportano a lato le prime tre.

Scelta la tabella corrispondente alla suscettibilità determinata si entra in essa in funzione del livello di esposizione e del livello di vulnerabilità.

Classe di suscettibilità **ALTA**

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di vulnerabilità	Alta	Alta			Medio-Alta	
	Medio-Alta	Alta		Medio-Alta		
	Media	Alta	Medio-Alta			
	Medio-Bassa	Medio-Alta				Media
	Bassa	Medio-Alta			Media	

Classe di suscettibilità **MEDIO-ALTA**

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di vulnerabilità	Alta	Alta	Medio-Alta			
	Medio-Alta	Medio-Alta				Media
	Media	Medio-Alta			Media	
	Medio-Bassa	Medio-Alta		Media		
	Bassa	Medio-Alta	Media			

Classe di suscettibilità **MEDIA**

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di vulnerabilità	Alta	Medio-Alta			Media	
	Medio-Alta	Medio-Alta		Media		
	Media	Medio-Alta	Media			
	Medio-Bassa	Media				Medio-Bassa
	Bassa	Media			Medio-Bassa	

**Livello 2: rischio idrogeologico – Classe di Attenzione**

La Classe di attenzione associata al **rischio frana** viene combinata con quella associata al **rischio idraulico**, determinando una valutazione mista che entra nella Classe di Attenzione complessiva del ponte.

Nel caso di rischio di frana assente, la Classe di Attenzione associata al rischio frana non viene determinata. Nella tabella seguente essa è assunta bassa.

Se il ponte non ha alcuna interferenza con corsi d'acqua la Classe di Attenzione idraulica è assunta bassa.

Deriva dalla tabella che la CdA frane «alta» diventa «moderata».

*Tabella 4.29. – Combinazioni delle CdA per la determinazione della classe di attenzione idraulica e frane*

		Classe di attenzione frane				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di attenzione idraulica	Alta	Alta		Medio-Alta		Media
	Medio-Alta	Alta	Medio-Alta		Media	
	Media	Medio-Alta		Media		Medio-Bassa
	Medio-Bassa	Medio-Alta	Media		Medio-Bassa	
	Bassa	Media		Medio-Bassa		Bassa

Tabella 4.28. – Combinazioni delle CdA per la determinazione della classe di attenzione complessiva

Per la determinazione della Classe di Attenzione complessiva le Linee Guida riportano cinque tabelle in funzione della Classe di Attenzione strutturale-fondazionale: alta, medio-alta, media, medio-bassa e bassa, di cui si riportano a lato le prime tre.

Scelta la tabella corrispondente alla Classe di Attenzione strutturale e fondazionale determinata si entra in essa in funzione della Class di Attenzione idraulica e frane e della Classe di Attenzione sismica.

Classe di attenzione strutturale/fondazionale ALTA

		Classe di attenzione idraulica e frane				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di attenzione sismica	Alta	Alta				
	Medio	Medio-Alta			Media	
	Medio-Bassa	Medio-Alta		Media		
	Bassa	Medio-Alta	Media			

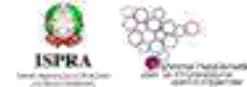
Il gestore deve analizzare criticamente la genesi della valutazione della Classe di Attenzione, sia sulla base del risultato ottenuto per il singolo rischio, statico-fondazionale, sismico, idraulico, **frane**, sia sulla base delle criticità che hanno portato alle singole valutazioni, pericolosità, vulnerabilità, esposizione, pianificando le operazioni conseguenti, previste dalle Linee Guida, sulla base dell'analisi di tali criticità.

Classe di attenzione strutturale/fondazionale MEDIA

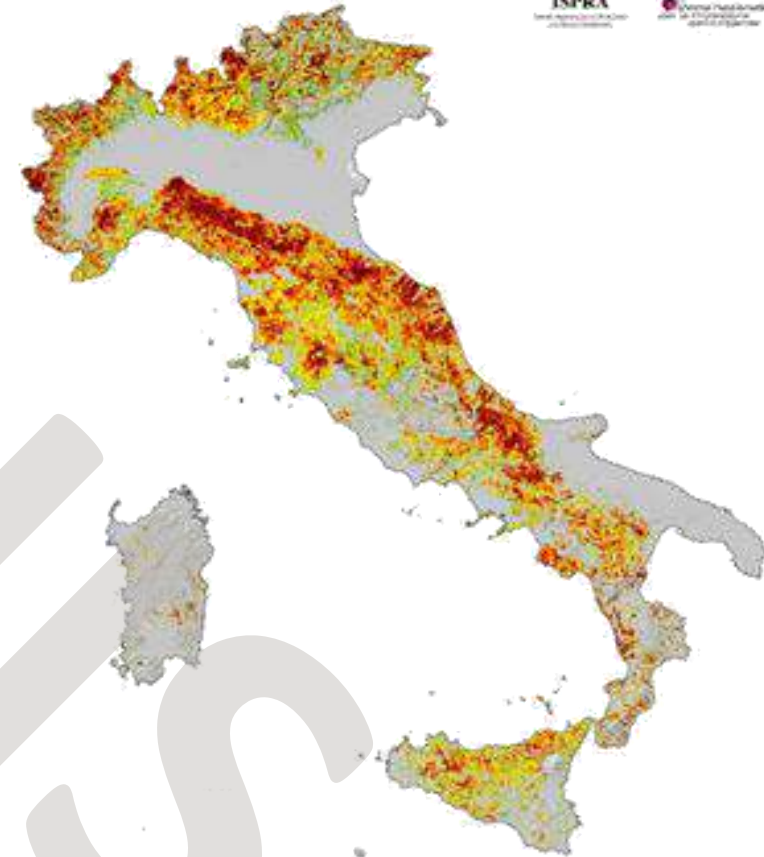
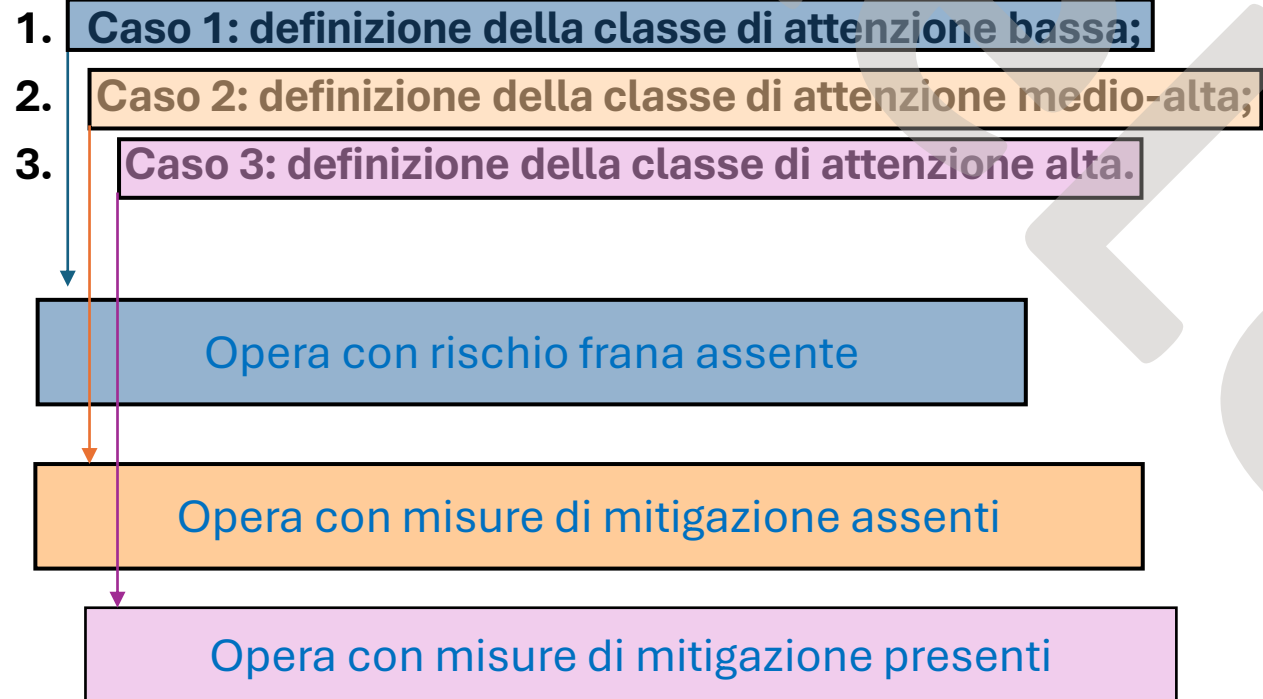
		Classe di attenzione idraulica e frane				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di attenzione sismica	Alta	Alta	Medio-Alta		Media	
	Medio-Alta	Medio-Alta		Media		
	Media	Medio-Alta	Media			
	Medio-Bassa	Media			Medio-Bassa	
	Bassa	Media			Medio-Bassa	



**Procedura** linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti<sup>1</sup>.



### COMPILAZIONE SCHEDA:



<sup>1</sup>Linee guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti. (22A04700) (GU Serie Generale n.196 del 23-08-2022)- <https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2022/08/23/22A04700/sg>



## Schede di ispezione ponti di Livello 1 – Fenomeni di frana e fenomeni idraulici



Codice IOP \_\_\_\_\_ Nome Ponte/Viadotto \_\_\_\_\_  
 Strada di appartenenza: \_\_\_\_\_ Progressiva km iniziale: 15+350 Progressiva km finale: 15+390  
 Rilevatore \_\_\_\_\_ Data 12-19.10.2022

## Localizzazione

Provincia/Regione Napoli / Campania  
 Comune Napoli  
 Località \_\_\_\_\_  
 Coordinate CTR 447112  
 Scala 1:5.000  
 Numero Toponimo \_\_\_\_\_

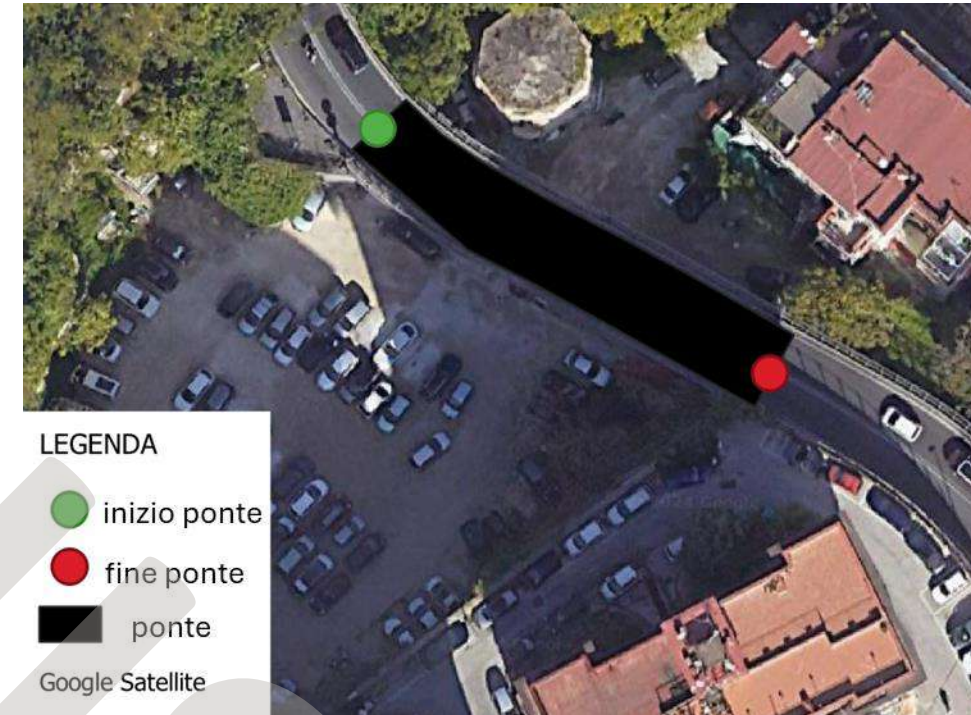
Coordinate Geografiche	Centro	
	Quota s.l.m. [m]:	176,50
	Longitudine: 14.233072 Latitudine: 40.856265	
<input type="radio"/> ETRF2000 <input checked="" type="radio"/> WGS84	Iniziale	
	Quota s.l.m. [m]:	176
	Longitudine: 14.232870 Latitudine: 40.856370	
Finale		Quota s.l.m. [m]: 177
	Longitudine: 14.233281 Latitudine: 40.856179	

Ispezioni precedenti Numero 5 - aa. 2021/2024 Data ultima ispezione 18.07.2022 Esito \_\_\_\_\_

RISCHIO FRANA  Assente  Presente  
 RISCHIO IDRAULICO  Assente  Presente

## Informazioni generali

Proprietario \_\_\_\_\_  
 Concessionario \_\_\_\_\_





Ente vigilante \_\_\_\_\_  
 Autorità distrettuale \_\_\_\_\_  
 Bacino idrografico \_\_\_\_\_

*Contesto Geomorfológico*

Morfologia del sito

Rischio frane e rischio idraulico da documentazione disponibile

Condizione di pericolosità / rischio Cartografia PAI  
 Pericolosità da Frana Assente; Pericolosità Idraulica Assente

Unità

Altri documenti (progetti, PUC cartografie tecnico scientifico)

Confi

Pericolosità PAI/PSAI – Frane	Assente
Pericolosità PAI/PSAI – Idraulico	Assente

Stralc  
 Autor  
 Pianc  
 Pianc

Ripre

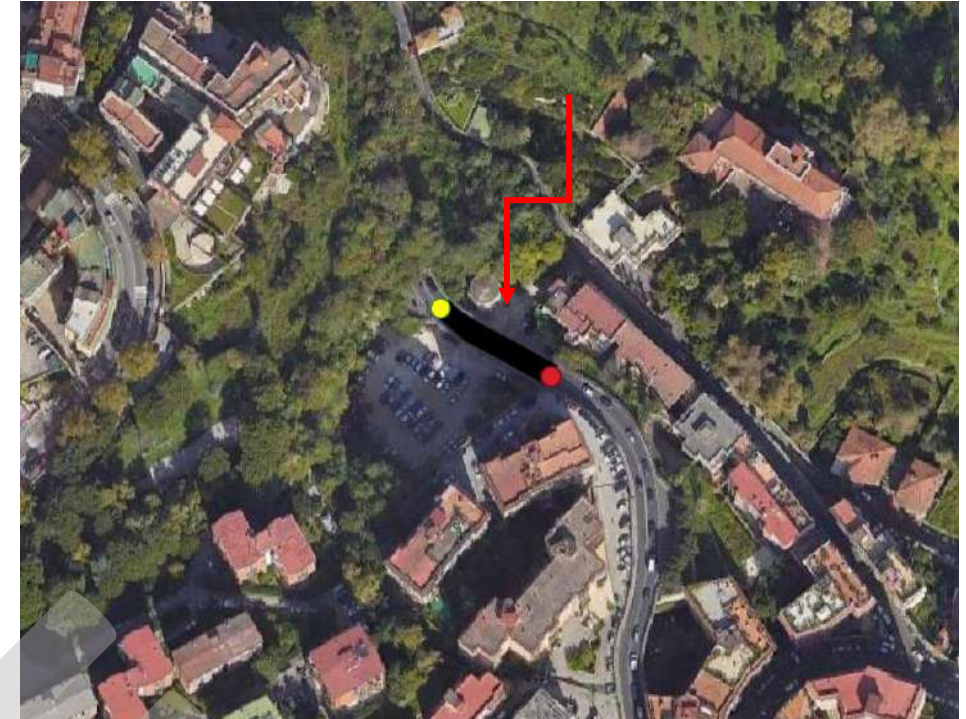
Linee Guida (§4.4.2):

.....

«Qualora si possa ritenere che la probabilità di accadimento di un evento franoso coinvolgente la struttura in esame sia assente, non occorre proseguire con la valutazione della CdA frane, in quanto non influente ai fini della determinazione della CdA complessiva associata al ponte.»

.....

pag. 3





## Schede di ispezione ponti di Livello 1 – Fenomeni di frana e fenomeni idraulici



Codice IOP \_\_\_\_\_ Nome Ponte/Viadotto \_\_\_\_\_  
 Strada di appartenenza: \_\_\_\_\_ Progressiva km iniziale: 51+550 Progressiva km finale: 51+650  
 Rilevatore \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

## Localizzazione

Provincia/Regione SALERNO, CAMPANIA  
 Comune SALERNO  
 Località \_\_\_\_\_  
 Coordinate CTR \_\_\_\_\_  
 Scala \_\_\_\_\_  
 Numero Toponimo \_\_\_\_\_

Coordinate Geografiche	Centro	Quota s.l.m. [m]: <u>106,87</u> Longitudine: <u>14,75912</u> Latitudine: <u>40,68442</u>
	Iniziale	Quota s.l.m. [m]: <u>105,79</u> Longitudine: <u>14,75965</u> Latitudine: <u>40,68454</u>
	Finale	Quota s.l.m. [m]: <u>105,29</u> Longitudine: <u>14,75859</u> Latitudine: <u>40,6843</u>

ETRF2000  
 WGS84

Ispezioni precedenti Numero \_\_\_\_\_ Data ultima ispezione \_\_\_\_\_ Esito \_\_\_\_\_

RISCHIO FRANA	<input type="radio"/> Assente	<input checked="" type="radio"/> Presente
RISCHIO IDRAULICO	<input checked="" type="radio"/> Assente	<input type="radio"/> Presente

## Informazioni generali

Proprietario \_\_\_\_\_  
 Concessionario \_\_\_\_\_







Ente vigilante \_\_\_\_\_  
 Autorità distrettuale \_\_\_\_\_  
 Bacino idrografico \_\_\_\_\_

**Contesto Geomorfológico**

Morfologia del sito  
 Cresta |  Pendio poco acclive (0 - 10°)

*Rischio frane e rischio idraulico da documentazione disponibile*

Condizione di pericolosità / rischio Cartografia PAI  
 SI

Unità fisiog. \_\_\_\_\_

Altri documenti (progetti, PUC cartografie tecnico scientifico)

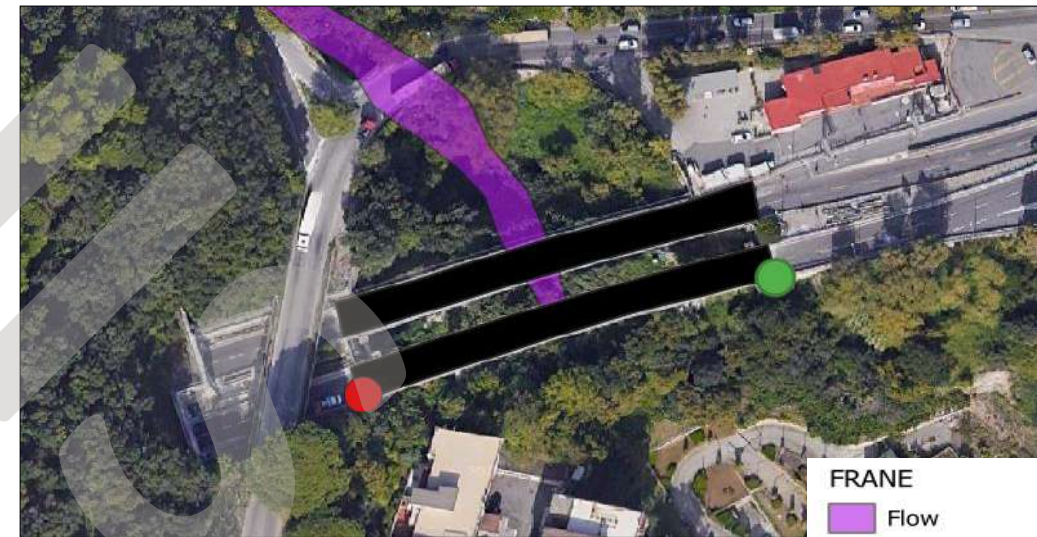
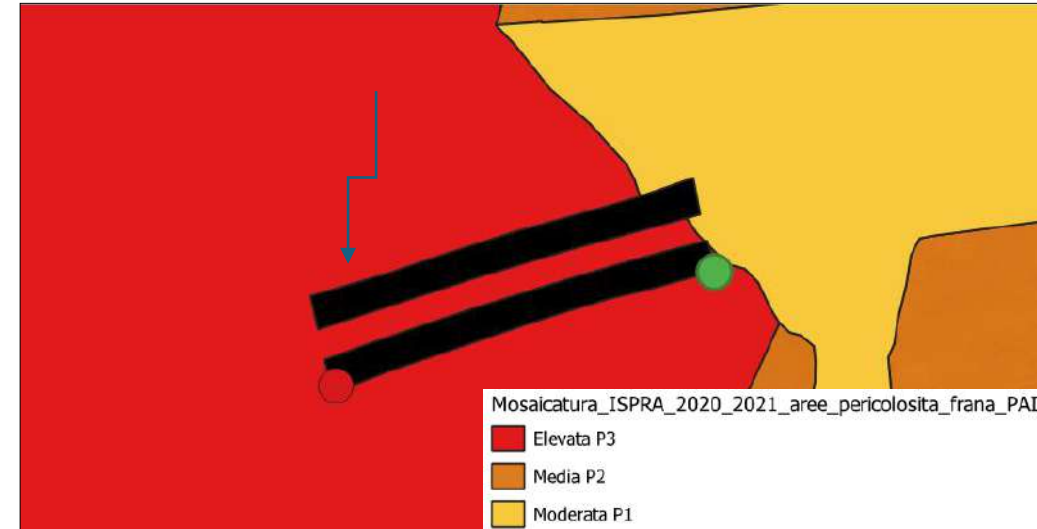
Confiname. \_\_\_\_\_

Pericolosità PAI/PSAI – Frane P3  
 Pericolosità PAI/PSAI – Idraulico \_\_\_\_\_

Stralcio Ca. \_\_\_\_\_

Riprese fot. \_\_\_\_\_

SI PROCEDE CON LA DETERMINAZIONE DEL RISCHIO DA FRANA



Rischio frane

Area riconosciuta pericolosa (allegare riferimenti)

Incolto prato pascolo  Altro: \_\_\_\_\_

Morfometria frana

Cont. Posizione instabilità sul versante

Form.  Media ( $2,5 \cdot 10^5 - 10^6$ )  
 Unità.  Piccola ( $10^2 - 10^4$ )  
 Unità.  Molto piccola ( $< 5 \cdot 10^2$ )

Dati ge

Parametro della massima velocità attesa in funzione della tipologia di frana in atto o potenziale  $P_v$

Tipol. Quota d.  Estremamente/molto rapida ( $> 3$  m/min)  
 Area to.  Rapida (3 m/min - 1,8 m/h)  
 Volume.  Moderata (1,8 m/h - 13 m/mese)  
 Lenta (13 m/mese - 1,6 m/anno)  
 Param.  Estremamente/molto lenta ( $< 1,6$  m/anno)

Distr

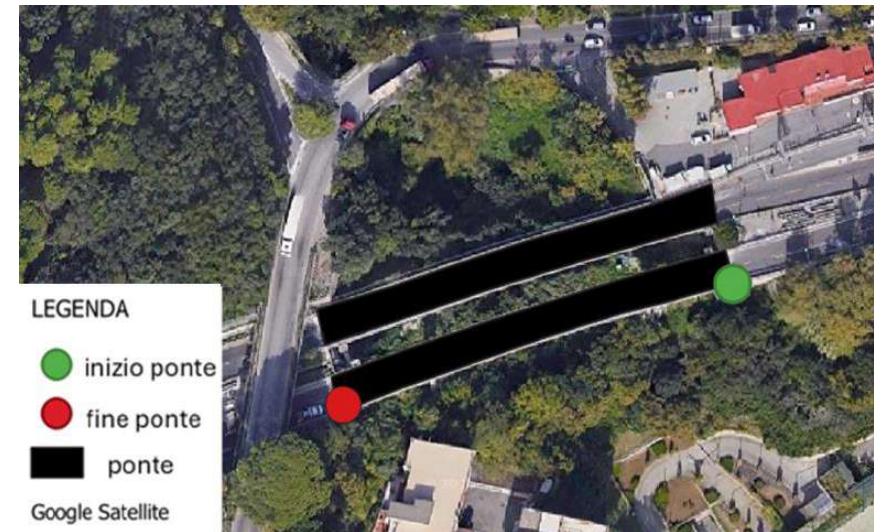
Estensione interferenza

Totale  Parziale (spalle o pile)  
 Zona di approccio  Altro \_\_\_\_\_

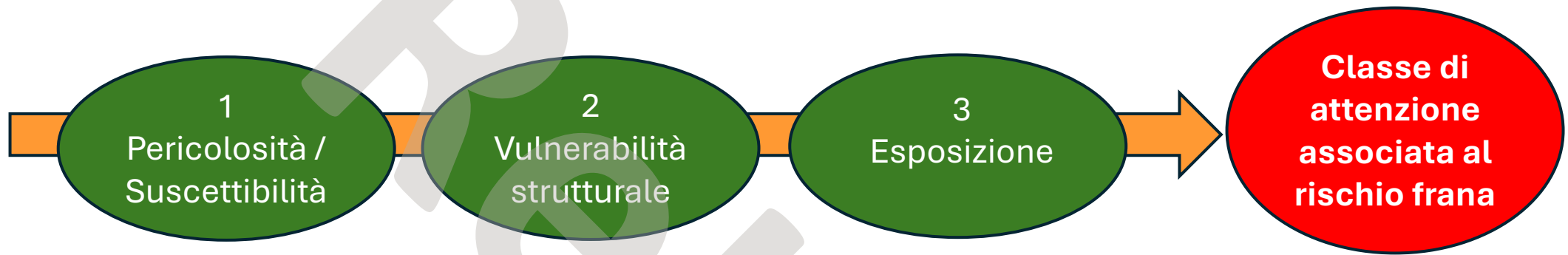
Usa

Affidabilità complessiva della valutazione

Param.  Buona  Limitata



RACCOLTI I DATI NECESSARI DA SCHEDE DI LIVELLO 0 E LIVELLO 1, SI PROCEDE CON LA DETERMINAZIONE DELLA CLASSE DI ATTENZIONE FRANE  
**CDA\_FRANE**

**Determinazione CDA\_FRANE****1. Suscettibilità**

Parametri primari:  
Instabilità del versante

Parametri secondari:  
1) Incertezza modello  
2) Misure di mitigazione

**1. Vulnerabilità**

Parametri primari:  
Tipologia strutturale e di  
fondazioni

Parametri secondari:  
Estensione interferenza

**1. Esposizione**

Parametri primari:  
1) Livello TGM  
2) Luce campata

Parametri secondari:  
1) Alternative stradali  
2) Tipologia ente scavalcato  
3) Strategicità dell'opera

**Linee Guida (§ 4.4.4):**

la definizione del livello di esposizione nel caso di rischio frane segue gli stessi criteri e considera gli stessi parametri impiegati per la stima del livello di esposizione sismica al §4.3.4, ossia il livello di TGM e la luce media della campata, la presenza di alternative stradali, la tipologia di ente scavalcato e la strategicità del ponte in caso di emergenza, prescindendo dal parametro «trasporto di merci pericolose». Tali parametri si combinano secondo lo schema in figura 4.6.



Valutazione suscettibilità

Dati ricavati da schede di livello 1

Tabella 4.16. - Attribuzione dei valori numerici dei parametri di suscettibilità in funzione della di stato di attività, magnitudo, e velocità dell'evento

Stato di attività per le frane riconosciute o di grado di criticità per le frane potenziali

Frana riconosciuta (P <sub>A</sub> )	Attiva al momento del rilevamento o con segni di movimento in atto	Inattiva Non attiva da diversi cicli stagionali	Stabilizzata
Frana potenziale (P <sub>C</sub> )	Altamente critica	Critica	Scarsamente critica
P <sub>A</sub> o P <sub>C</sub>	5	3	1

Massima velocità attesa in funzione della tipologia di frana in atto o potenziale (V)

	V > 3 m/min	3 m/min ≤ V < 1,8 m/h	1,8 m/h ≤ V < 13 m/mese	13 m/mese ≤ V < 1,6 m/anno	V < 1,6 m/anno
	Estremamente/molto rapida	Rapida	Moderata	Lenta	Estremamente/molto lenta
P <sub>V</sub>	5	4	3	2	1

Magnitudo attesa su base volumetrica in metri cubi (M)

	M > 10 <sup>6</sup>	2,5 · 10 <sup>5</sup> < M ≤ 10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup> < M ≤ 2,5 · 10 <sup>5</sup>	10 <sup>2</sup> < M ≤ 10 <sup>4</sup>	M ≤ 10 <sup>2</sup>
	Estremamente/molto grande	Grande	Media	Piccola	Molto piccola
P <sub>M</sub>	15	12	9	6	3

$P = P_A(P_C) + P_M + P_V$

Tabella 4.17 - Determinazione dell'instabilità di versante in funzione della sommatoria dei valori numerici associati ai parametri influenti

P = P <sub>A</sub> + P <sub>M</sub> + P <sub>V</sub> (frana riconosciuta)	Instabilità di versante
P = P <sub>C</sub> + P <sub>M</sub> + P <sub>V</sub> (frana potenziale)	
20 - 25	ALTA
16 - 19	MEDIO - ALTA
12 - 15	MEDIA
8 - 11	MEDIO - BASSA
5 - 7	BASSA

- Parametri primari
- Parametri secondari

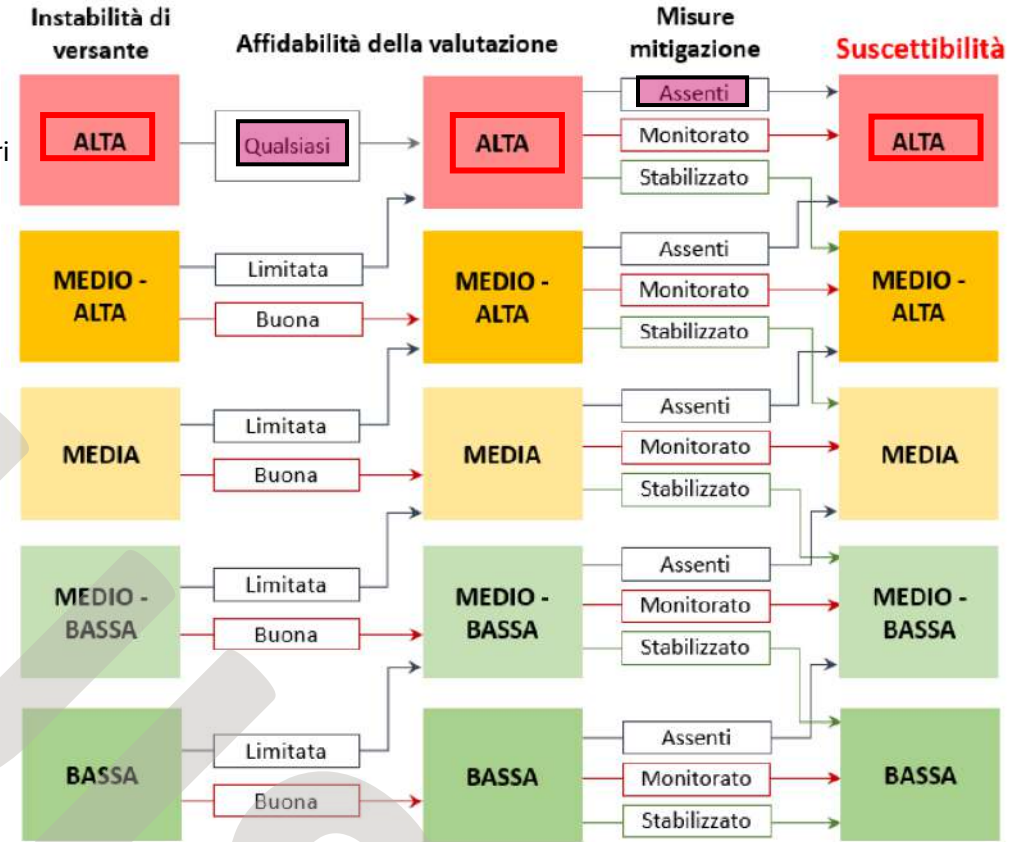


Figura 4.7. - Flusso logico per la determinazione della classe di suscettibilità

SUSCETTIBILITÀ  
**ALTA**



Valutazione vulnerabilità

Dati ricavati da schede di livello 1

Tabella 4.13. – Classificazione sulla base di schema statico, luce e materiale

		Schema isostatico		Schema iperstatico	
		L medio-piccola	L elevata	L medio-piccola	L elevata
C.A.	Singola campata	Media	Medio-alta	Bassa	Medio-bassa
	Multi-campata	Medio-alta	Alta	Medio-bassa	Media
C.A.P.	Singola campata	Media	Medio-alta	-	-
	Multi-campata	Medio-alta	Alta	Medio-bassa	Media
Muratura	Singola campata	-	-	Bassa	Medio-bassa
	Multi-campata	-	-	Medio-bassa	Media
Acciaio	Singola campata	Medio-bassa	Medio-bassa	Bassa	Bassa
	Multi-campata	Media	Media	Medio-bassa	Medio-bassa

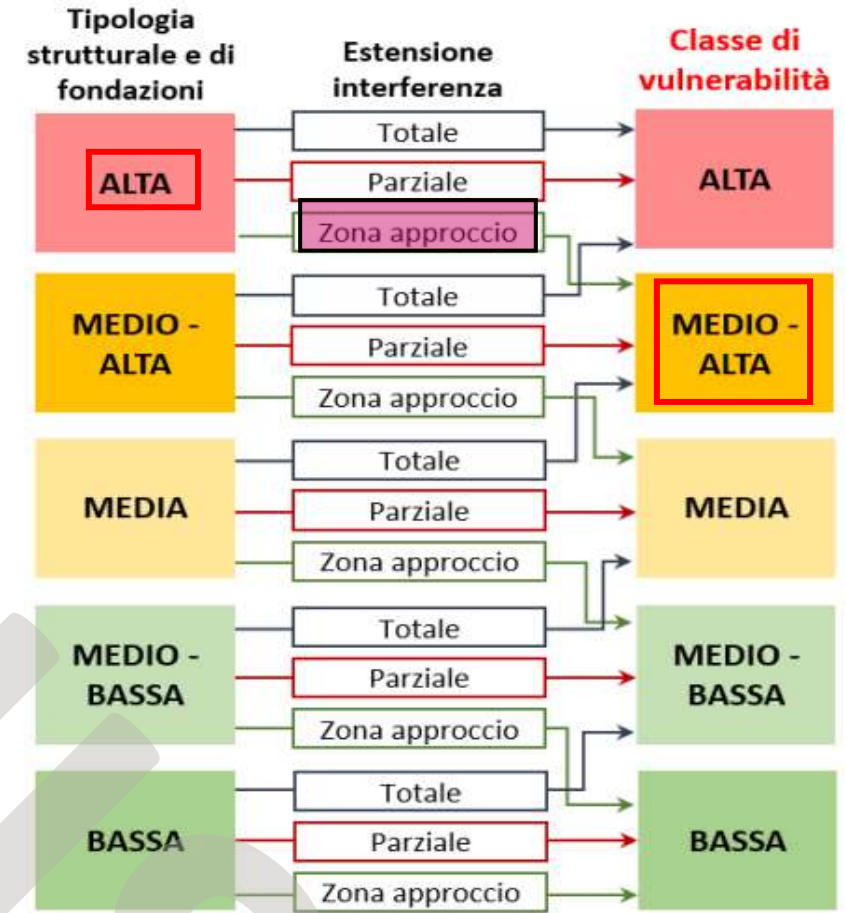


Figura 4.8. – Flusso logico per la determinazione della classe di vulnerabilità

● Parametri primari

● Parametri secondari



VULNERABILITÀ

**MEDIO-ALTA**



Applicazione a casi reali: compilazione delle schede

CASO 2

Valutazione esposizione: 1/2

STEP 1:

Si procede a definire la classe di esposizione strutturale e fondazione per andare successivamente a determinare la classe di esposizione sismica ( uguale alla classe di esposizione da frana).

Dati ricavati da schede di livello 2

Tabella 4.7. - Livello di Traffico Medio Giornaliero (veicoli/giorno sull'intera carreggiata)

Alta	Media	Bassa
≥ 25000 veicoli/giorno	10000 < veicoli /giorno < 25000	≤ 10000 veicoli/giorno

Tabella 4.8. - Livello di Traffico Medio Giornaliero e luce media della campata del ponte

Luce media della campata	Livello di TGM		
	Alta	Media	Bassa
Grande luce	Alta	Medio-Alta	Media
Media luce	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa
Piccola luce	Media	Medio-Bassa	Bassa

Tabella 4.9. - Tipologia di ente scavalcato

ALTA	Ente scavalcato il cui uso preveda affollamenti significativi e/o con funzioni pubbliche e sociali essenziali e/o la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e/o enti di elevato valore naturalistico, economico e sociale (Ferrovia, zona edificata/antropizzata, strade a viabilità primaria, etc.)
MEDIA	Ente scavalcato il cui uso preveda normali affollamenti, senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza e/o enti con limitato valore naturalistico, economico e sociale (strade a viabilità secondaria, corsi d'acqua, laghi, specchi d'acqua marini, etc.)
BASSA	Ente scavalcato con presenza occasionale di persone e privi di valore naturalistico, economico e sociale (discontinuità naturali, depressioni del terreno, etc.)

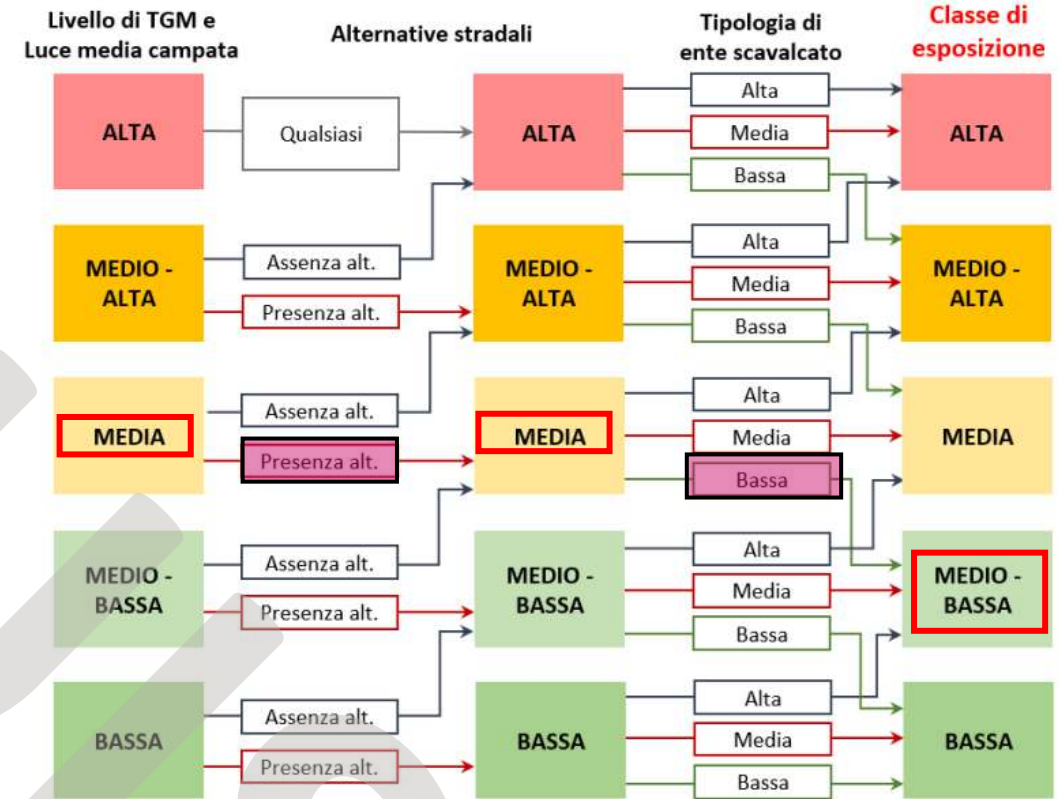


Figura 4.3. - Flusso logico per la determinazione della classe di esposizione strutturale e fondazionale

● Parametri primari

● Parametri secondari

CLASSE DI ESPOSIZIONE STRUTTURALE E FONDAZIONALE

**MEDIO-BASSA**



Applicazione a casi reali: compilazione delle schede

CASO 2

Dati ricavati da schede di livello 2

Valutazione esposizione: 2/2

STEP 2:

nota la classe di esposizione strutturale e fondazionale, è possibile calcolare la classe di esposizione sismica

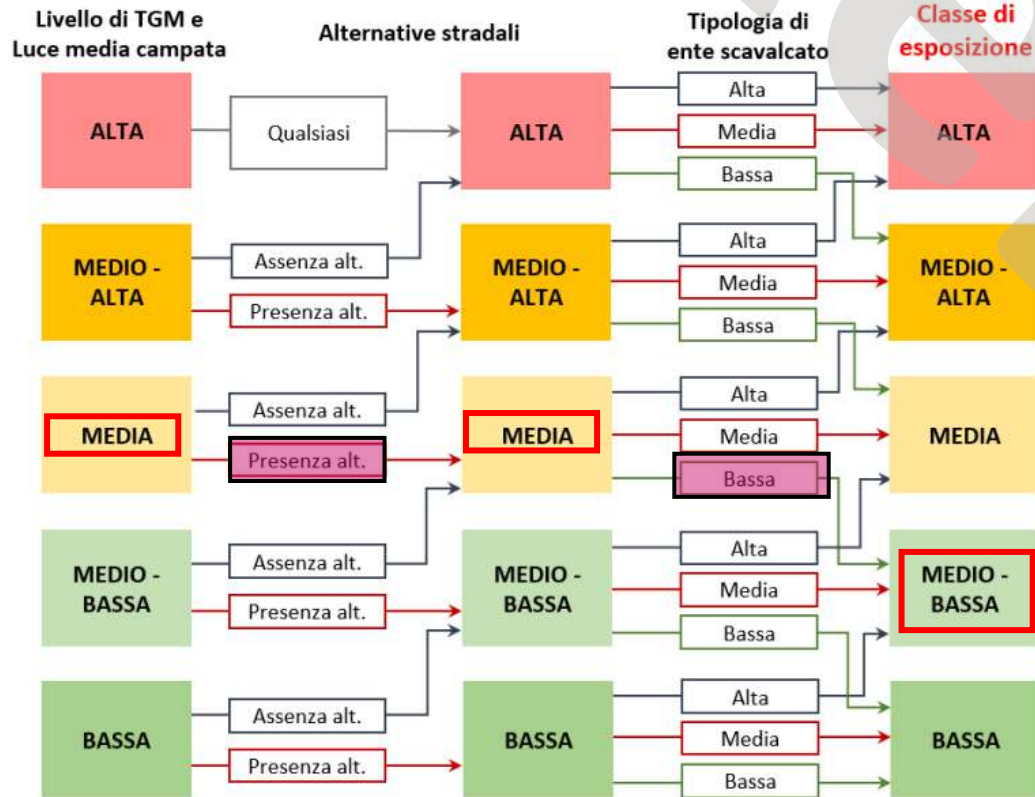


Figura 4.3. - Flusso logico per la determinazione della classe di esposizione strutturale e fondazionale

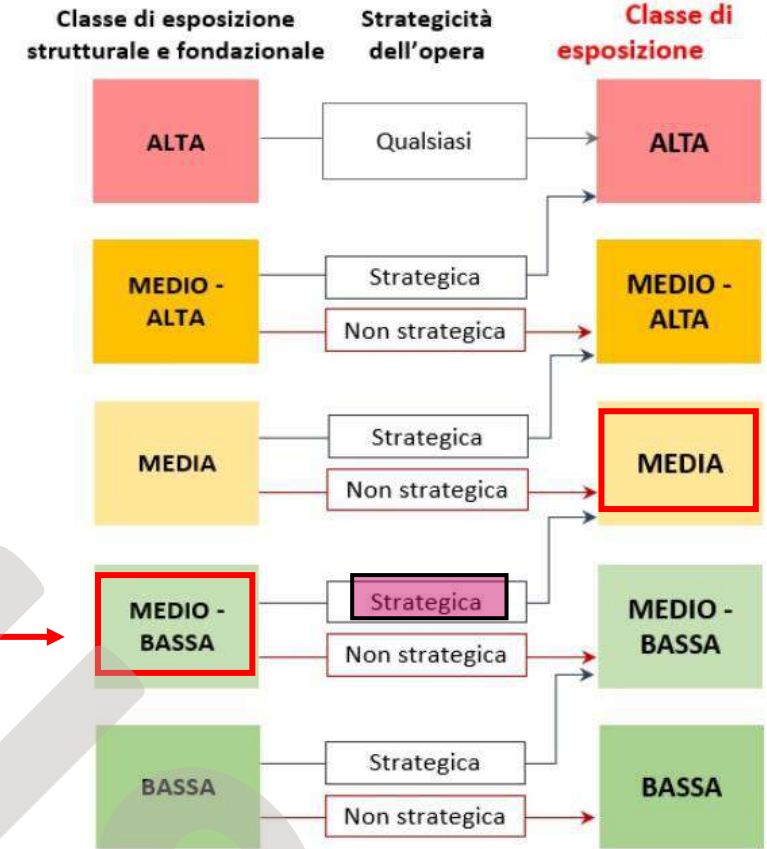


Figura 4.6. - Flusso logico per la determinazione della classe di esposizione sismica

● Parametri primari

● Parametri secondari

ESPOSIZIONE  
**MEDIA**

**Determinazione classe di attenzione frane in funzione della classe di suscettibilità, vulnerabilità ed esposizione**

Nota la suscettibilità, si entra in una delle 3 tabelle presenti sulle linee guida LLGG e, combinando i risultati dalla vulnerabilità e dalla classe di esposizione si determina la classe di attenzione frane

4.18. – Determinazione della **classe di attenzione frane** in funzione di classe di suscettibilità, vulnerabilità ed esposizione

**Classe di suscettibilità ALTA**

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di vulnerabilità	Alta	Alta			Medio-Alta	
	Medio-Alta	Alta		Medio-Alta		
	Media	Alta	Medio-Alta			
	Medio-Bassa	Medio-Alta				Media
	Bassa	Medio-Alta			Media	

**Classe di suscettibilità MEDIO-ALTA**

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di vulnerabilità	Alta	Alta	Medio-Alta			
	Medio-Alta	Medio-Alta				Media
	Media	Medio-Alta			Media	
	Medio-Bassa	Medio-Alta		Media		
	Bassa	Medio-Alta	Media			

**Classe di suscettibilità MEDIA**

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di vulnerabilità	Alta	Medio-Alta			Media	
	Medio-Alta	Medio-Alta		Media		
	Media	Medio-Alta	Media			
	Medio-Bassa	Media				Medio-Bassa
	Bassa	Media			Medio-Bassa	



**CDA FRANE  
MEDIO-ALTA**

**1. Suscettibilità: ALTA**

**2. Vulnerabilità: MEDIO-ALTA**

**3. Esposizione: MEDIA**





Valutazione suscettibilità

Dati ricavati da schede di livello 1

Tabella 4.16. - Attribuzione dei valori numerici dei parametri di suscettibilità in funzione della di stato di attività, magnitudo, e velocità dell'evento

Stato di attività per le frane riconosciute o di grado di criticità per le frane potenziali

Frana riconosciuta (P <sub>A</sub> )	Attiva al momento del rilevamento o con segni di movimento in atto	Inattiva Non attiva da diversi cicli stagionali	Stabilizzata
Frana potenziale (P <sub>C</sub> )	Altamente critica	Critica	Scarsamente critica
P <sub>A</sub> o P <sub>C</sub>	5	3	1

Massima velocità attesa in funzione della tipologia di frana in atto o potenziale (V)

	V > 3 m/min	3 m/min ≤ V < 1,8 m/h	1,8 m/h ≤ V < 13 m/mese	13 m/mese ≤ V < 1,6 m/anno	V < 1,6 m/anno
	Estremamente/molto rapida	Rapida	Moderata	Lenta	Estremamente/molto lenta
P <sub>V</sub>	5	4	3	2	1

Magnitudo attesa su base volumetrica in metri cubi (M)

	M > 10 <sup>6</sup>	2,5 · 10 <sup>5</sup> < M ≤ 10 <sup>6</sup>	10 <sup>4</sup> < M ≤ 2,5 · 10 <sup>5</sup>	10 <sup>2</sup> < M ≤ 10 <sup>4</sup>	M ≤ 10 <sup>2</sup>
	Estremamente/molto grande	Grande	Media	Piccola	Molto piccola
P <sub>M</sub>	15	12	9	6	3

$P = P_A(P_C) + P_M + P_V$

Tabella 4.17 - Determinazione dell'instabilità di versante in funzione della sommatoria dei valori numerici associati ai parametri influenti

P = P <sub>A</sub> + P <sub>M</sub> + P <sub>V</sub> (frana riconosciuta)	Instabilità di versante
P = P <sub>C</sub> + P <sub>M</sub> + P <sub>V</sub> (frana potenziale)	
20 - 25	ALTA
16 - 19	MEDIO - ALTA
12 - 15	MEDIA
8 - 11	MEDIO - BASSA
5 - 7	BASSA

- Parametri primari
- Parametri secondari

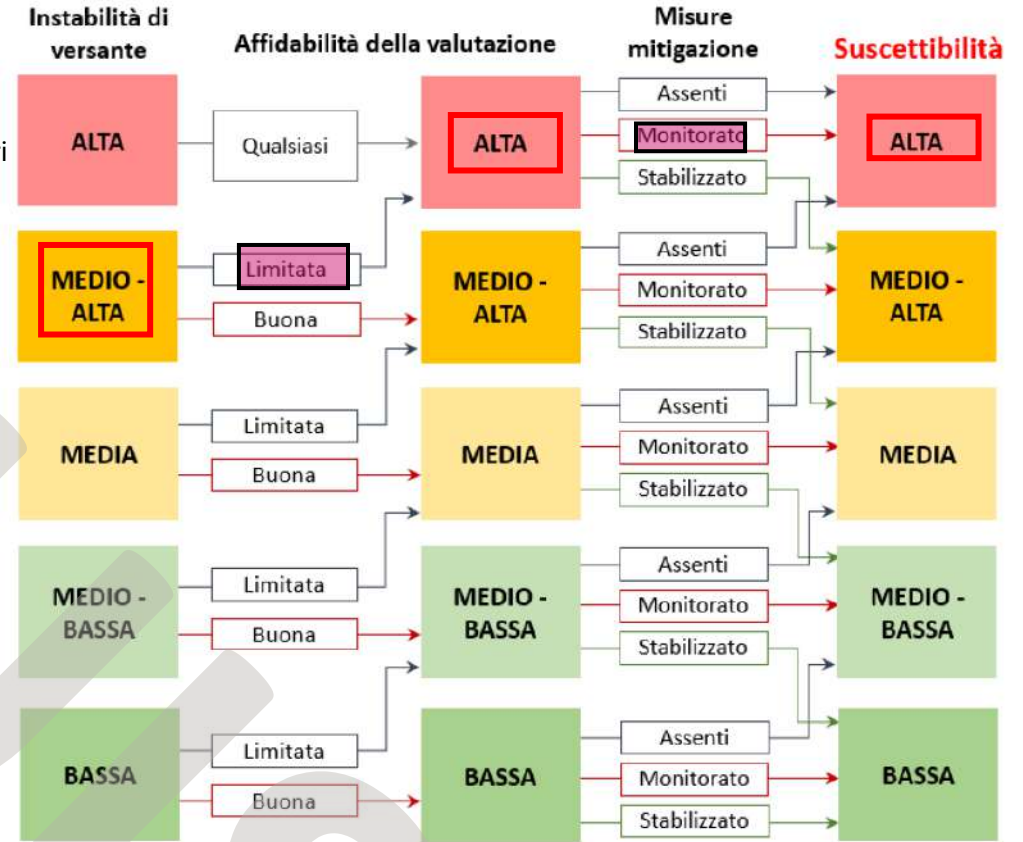


Figura 4.7. - Flusso logico per la determinazione della classe di suscettibilità

SUSCETTIBILITÀ  
**ALTA**



Applicazione a casi reali: compilazione delle schede

CASO 3

Valutazione vulnerabilità

Dati ricavati da schede di livello 1

Tabella 4.13. – Classificazione sulla base di schema statico, luce e materiale

		Schema isostatico		Schema iperstatico	
		L medio-piccola	L elevata	L medio-piccola	L elevata
C.A.	Singola campata	Media	Medio-alta	Bassa	Medio-bassa
	Multi-campata	Medio-alta	Alta	Medio-bassa	Media
C.A.P.	Singola campata	Media	Medio-alta	-	-
	Multi-campata	Medio-alta	Alta	Medio-bassa	Media
Muratura	Singola campata	-	-	Bassa	Medio-bassa
	Multi-campata	-	-	Medio-bassa	Media
Acciaio	Singola campata	Medio-bassa	Medio-bassa	Bassa	Bassa
	Multi-campata	Media	Media	Medio-bassa	Medio-bassa

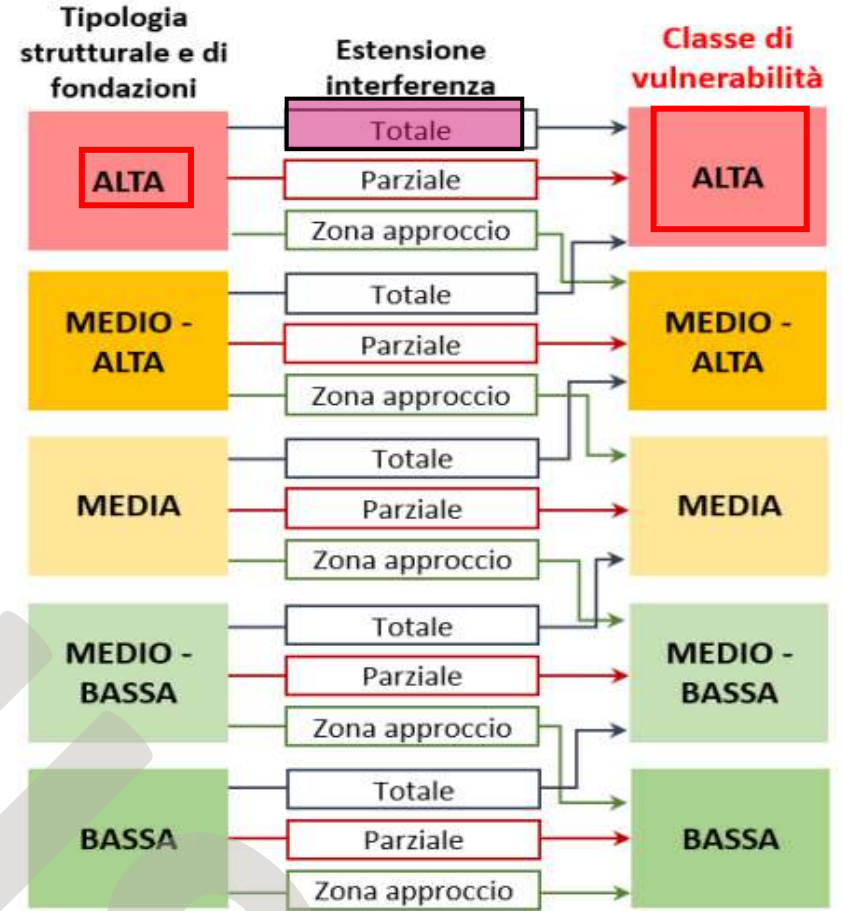


Figura 4.8. – Flusso logico per la determinazione della classe di vulnerabilità

● Parametri primari

● Parametri secondari

VULNERABILITÀ  
**ALTA**



Applicazione a casi reali: compilazione delle schede

CASO 3

Valutazione esposizione: 1/2

STEP 1:

Si procede a definire la classe di esposizione strutturale e fondazione per andare successivamente a determinare la classe di esposizione sismica (uguale alla classe di esposizione da frana).

Dati ricavati da schede di livello 2

Tabella 4.7. - Livello di Traffico Medio Giornaliero (veicoli/giorno sull'intera carreggiata)

Alta	Media	Bassa
≥ 25000 veicoli/giorno	10000 < veicoli /giorno < 25000	≤ 10000 veicoli/giorno

Tabella 4.8. - Livello di Traffico Medio Giornaliero e luce media della campata del ponte

Luce media della campata	Livello di TGM		
	Alta	Media	Bassa
Grande luce	Alta	Medio-Alta	Media
Media luce	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa
Piccola luce	Media	Medio-Bassa	Bassa

Tabella 4.9. - Tipologia di ente scavalcato

<b>ALTA</b>	Ente scavalcato il cui uso preveda affollamenti significativi e/o con funzioni pubbliche e sociali essenziali e/o la cui interruzione provochi situazioni di emergenza e/o enti di elevato valore naturalistico, economico e sociale (Ferrovia, zona edificata/antropizzata, strade a viabilità primaria, etc.)
<b>MEDIA</b>	Ente scavalcato il cui uso preveda normali affollamenti, senza funzioni pubbliche e sociali essenziali, la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza e/o enti con limitato valore naturalistico, economico e sociale (strade a viabilità secondaria, corsi d'acqua, laghi, specchi d'acqua marini, etc.)
<b>BASSA</b>	Ente scavalcato con presenza occasionale di persone e privi di valore naturalistico, economico e sociale (discontinuità naturali, depressioni del terreno, etc.)

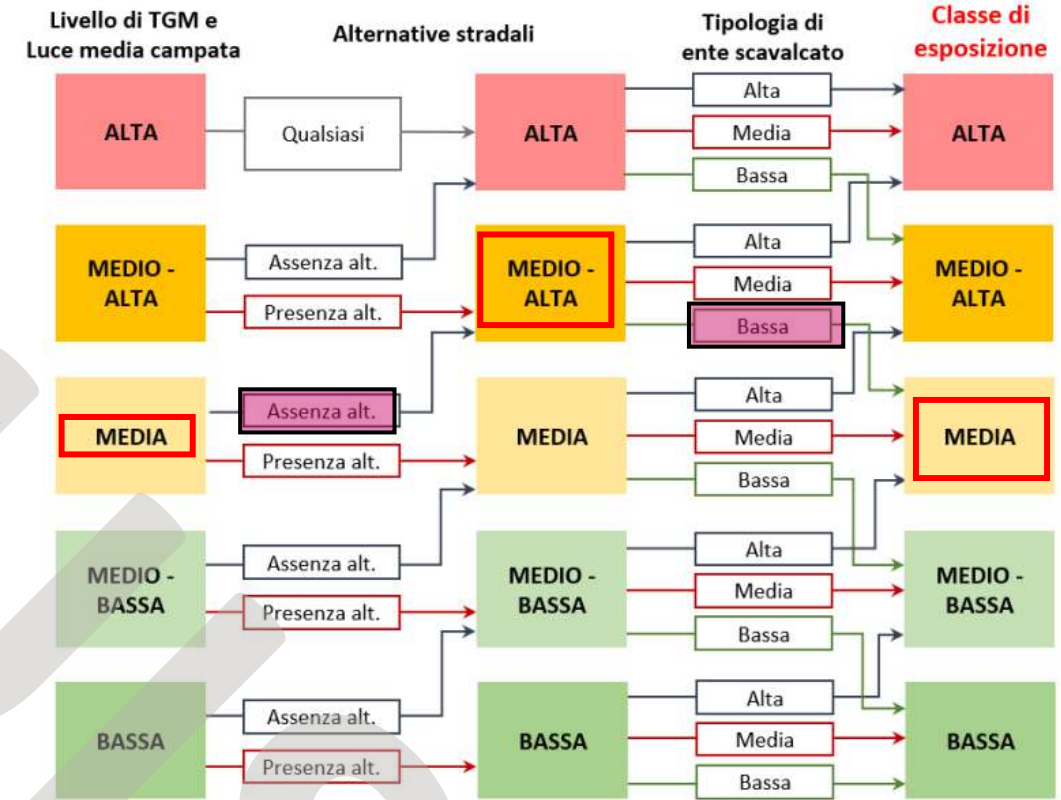


Figura 4.3. - Flusso logico per la determinazione della classe di esposizione strutturale e fondazionale

CLASSE DI ESPOSIZIONE STRUTTURALE E FONDAZIONALE

**MEDIA**

● Parametri primari

● Parametri secondari



Applicazione a casi reali: compilazione delle schede

CASO 3

Dati ricavati da schede di livello 2

Valutazione esposizione: 2/2

STEP 2:

nota la classe di esposizione strutturale e fondazionale, è possibile calcolare la classe di esposizione sismica

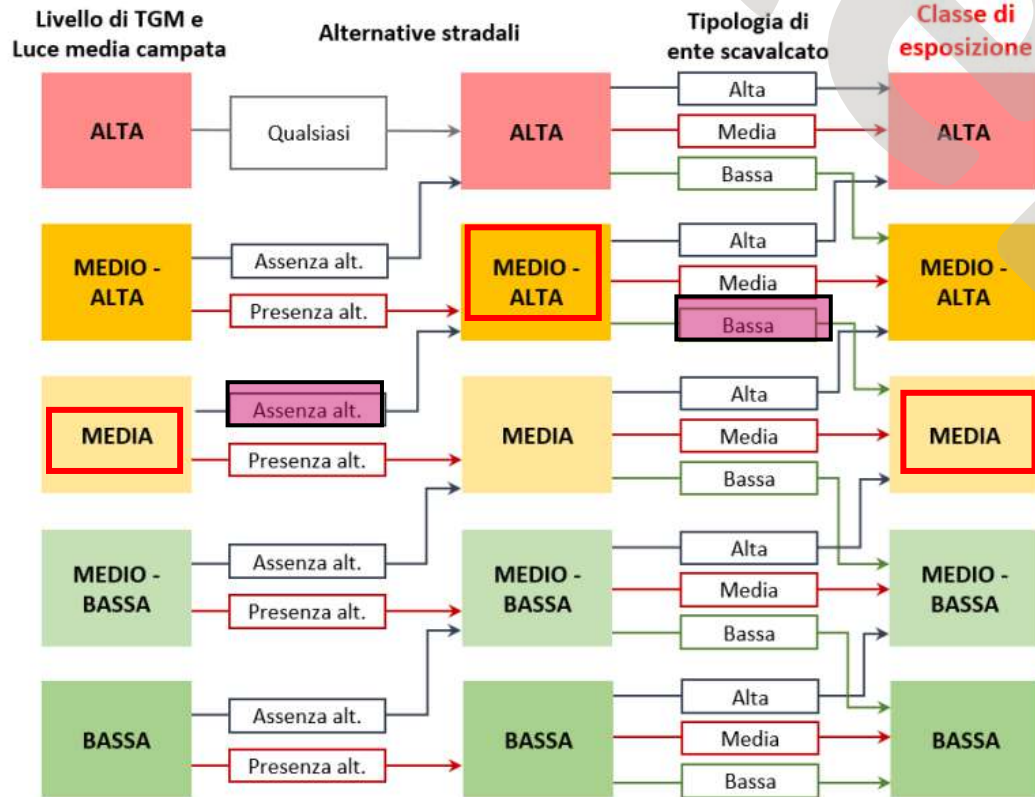


Figura 4.3. - Flusso logico per la determinazione della classe di esposizione strutturale e fondazionale

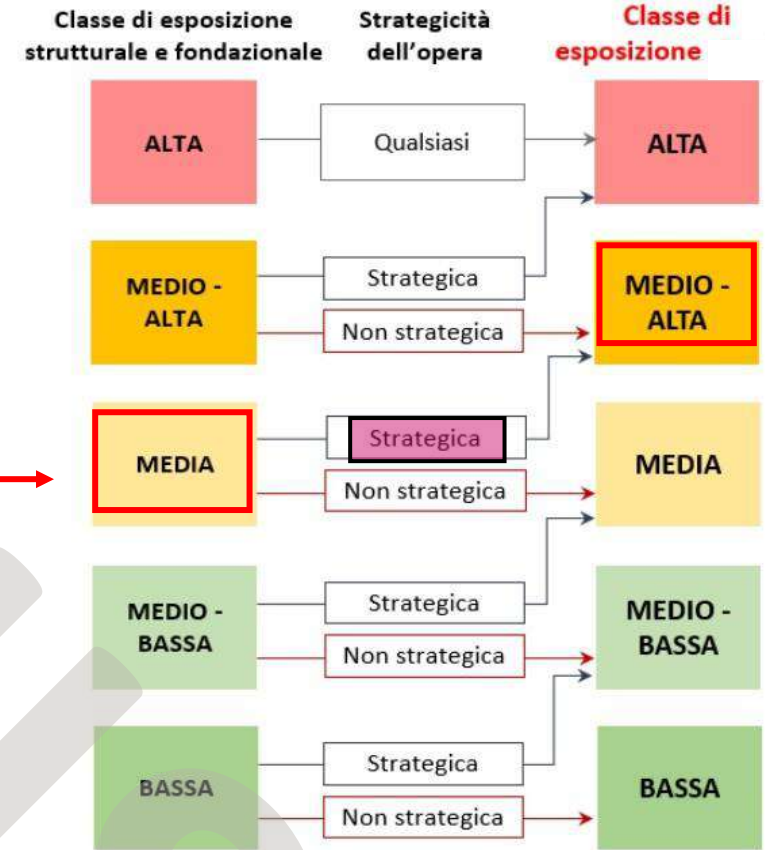


Figura 4.6. - Flusso logico per la determinazione della classe di esposizione sismica

● Parametri primari

● Parametri secondari

ESPOSIZIONE

**MEDIO-ALTA**

**Determinazione classe di attenzione frane in funzione della classe di suscettibilità, vulnerabilità ed esposizione**

Nota la suscettibilità, si entra in una delle 3 tabelle presenti sulle linee guida LLGG e, combinando i risultati dalla vulnerabilità e dalla classe di esposizione si determina la classe di attenzione frane

4.18. – Determinazione della classe di attenzione frane in funzione di classe di suscettibilità, vulnerabilità ed esposizione

Classe di suscettibilità ALTA

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di vulnerabilità	Alta	Alta	Alta	Medio-Alta		
	Medio-Alta	Alta		Medio-Alta		
	Media	Alta	Medio-Alta			
	Medio-Bassa	Medio-Alta			Media	
	Bassa	Medio-Alta			Media	

Classe di suscettibilità MEDIO-ALTA

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di vulnerabilità	Alta	Alta	Medio-Alta			
	Medio-Alta	Medio-Alta				Media
	Media	Medio-Alta			Media	
	Medio-Bassa	Medio-Alta		Media		
	Bassa	Medio-Alta	Media			

Classe di suscettibilità MEDIA

		Classe di esposizione				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di vulnerabilità	Alta	Medio-Alta			Media	
	Medio-Alta	Medio-Alta		Media		
	Media	Medio-Alta	Media			
	Medio-Bassa	Media			Medio-Bassa	
	Bassa	Media			Medio-Bassa	



**CDA FRANE  
ALTA**

1. Suscettibilità: **ALTA**

2. Vulnerabilità: **ALTA**

3. Esposizione: **MEDIO-ALTA**



## Determinazione della Classe di Attenzione complessiva

Per la determinazione della CDA complessiva, la classe di attenzione frana viene combinata con la classe di attenzione idraulica definendo così una «CDA idraulica e frana».

Successivamente, nota la classe di attenzione strutturale e fondazionale, la classe di attenzione sismica, la classe di attenzione idraulica e frana, si passa a definire la classe di attenzione complessiva dell'opera.

### CASO 2:

1. CDA strutturale e fondazionale: **ALTA**
2. CDA sismica: **MEDIO-ALTA**
3. CDA idraulica e frana: **MEDIA**

Tabella 4.28. – Combinazioni delle CdA per la determinazione della classe di attenzione complessiva

Classe di attenzione strutturale/fondazionale **ALTA**

		Classe di attenzione idraulica e frane				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di attenzione sismica	Alta	Alta				
	Medio-Alta	Alta				
	Media	Alta				
	Medio-Bassa	Alta				
	Bassa	Alta				

**CDA COMPLESSIVA  
ALTA**

### CASO 3:

1. CDA strutturale e fondazionale: **MEDIA**
2. CDA sismica: **MEDIO-ALTA**
3. CDA idraulica e frana: **MEDIA**

Classe di attenzione strutturale/fondazionale **MEDIA**

		Classe di attenzione idraulica e frane				
		Alta	Medio-Alta	Media	Medio-Bassa	Bassa
Classe di attenzione sismica	Alta	Alta	Medio-Alta	Media		
	Medio-Alta	Medio-Alta		Media		
	Media	Medio-Alta	Media			
	Medio-Bassa	Media				Medio-Bassa
	Bassa	Media			Medio-Bassa	

**CDA COMPLESSIVA  
MEDIA**