

Cosciotti Emilio
Via Leonardo Bufalini, 19
00176 ROMA



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

DIREZIONE GENERALE PER LE INVESTIGAZIONI FERROVIARIE

Contratto:

Conferimento di incarico di Esperto “Junior” per l’anno 2011 da parte della Direzione Generale per le Investigazioni Ferroviarie, con DD Prot. 33/DGIF del 21 marzo 2011

Attività 2) Studio analitico sul tema della incidentalità ferroviaria in corrispondenza dei passaggi a livello

Indice

Executive Summary	3
1 Introduzione	5
1.1 Definizioni, abbreviazioni e acronimi	5
1.2 L'incidentalità ferroviaria in corrispondenza dei passaggi a livello	5
1.3 Tipologie di Passaggi a Livello	7
1.3.1 Classificazione dei PL.....	7
1.3.2 Caratteristiche dei PL presenti sulla rete ferroviaria gestita da RFI.....	8
1.4 Contenuti della relazione	16
2 Metodologia di analisi e risultati	17
2.1 Analisi della banca dati di RFI per la selezione degli eventi ai PL	17
2.2 Elaborazione dei dati e risultati	19
2.2.1 Analisi delle <i>TIPOLOGIE DI EVENTO</i> per eventi e incidenti ai PL.....	19
2.2.2 Associazione degli eventi a PL agli impianti.....	28
2.2.3 Correlazione tra eventi e incidenti ai PL con alcune caratteristiche dei PL.....	34
Analisi dati per LINEA FERROVIARIA.....	35
Analisi dati per COMPARTIMENTO.....	36
Analisi dati per MODALITÀ DI CHIUSURA PL.....	46
Analisi dati per TIPO DI BARRIERE.....	57
Analisi dati per PRESENZA DI ATTREZZATURE DI SUSSIDIO ALLA PROTEZIONE DEI PL.....	67
Analisi dati per TIPOLOGIA DELLA LINEA.....	76
Analisi dati per VELOCITÀ MASSIMA DELLA LINEA.....	85
Analisi dati per NUMERO DI TRENI/GIORNO.....	94
Analisi dati per TEMPO MEDIO DI CHIUSURA PL PER SINGOLO TRENO.....	103
Accenno all'analisi dati con la combinazione di più caratteristiche dei PL: TEMPO MEDIO DI CHIUSURA PL PER SINGOLO TRENO e NUMERO TRENI/GIORNO.....	112
2.3 PL ad alta criticità	114
3 Conclusioni	120
3.1 Raccomandazioni	126
3.2 Sviluppi futuri	131
Indice delle figure	133
Bibliografia	140
Elenco Allegati	141

Executive Summary

Lo studio considera gli eventi che hanno interessato i PL nel periodo Luglio 2010 – Agosto 2011, evidenziando che:

- eventi anomali:
 - infrazioni ai regolamenti stradali (77%)
 - atti vandalici (10%)
 - ulteriori anomalie (7%)
- incidenti:
 - infrazioni ai regolamenti stradali (50%)
 - atti vandalici (10%)
 - suicidio o tentato suicidio (10%)
 - animali sulla sede (15%)

Considerato che il comportamento dell'utente stradale è una causa determinante degli eventi anomali e degli incidenti ai PL, e considerato che la tecnologia applicata ai PL tende all'automatizzazione dei sistemi di comando e controllo dei dispositivi di segnalazione, chiusura e protezione, con il conseguente impresenziamento, la causa dominante degli incidenti ai PL è il comportamento inadeguato dell'utente stradale; i maggiori benefici per la riduzione degli incidenti ai PL potranno dunque derivare dall'adozione di soluzioni che da un lato accrescano la consapevolezza del rischio da parte degli utenti stradali e la conoscenza di quali siano i comportamenti corretti anche in caso di pericolo (ad es. veicolo stradale intrappolato tra le barriere) e dall'altro riducano (scoraggiandoli) i comportamenti scorretti.

Il Gestore dell'Infrastruttura ha l'obbligo di far rispettare i regolamenti e di sorvegliare che non vengano commesse infrazioni interessanti l'impianto o il servizio loro affidato, accertando e contestando le infrazioni previste dalle norme vigenti.

Con l'impresenziamento degli impianti PL, queste funzioni dovrebbero essere implementate da parte del GI.

Il GI, inoltre, si è trovato a dover gestire il rischio della presenza di un veicolo stradale leggero tra le barriere, a volte riducendolo mediante l'adozione di barriere tallonabili e/o piazzole di ricovero. Queste ultime se da un lato consentono ad una autovettura di ricoverarsi in una zona sicura (che però andrebbe meglio individuata e segnalata) dall'altro permettono di ospitare un veicolo stradale pesante tra le barriere regolarmente chiuse.

Di fatto l'utente stradale in questi casi di emergenza è lasciato senza mezzi per poterli gestire, senza indicazioni immediate ed efficaci sul posto, in particolare riguardo alla necessità di sgombrare il PL in caso di intrappolamento, anche imponendo l'abbattimento delle barriere.

Lo studio ha evidenziato che in altri casi l'utente della strada è esasperato dai tempi di chiusura lunghi e tali da indurre in esso comportamenti deliberatamente scorretti, spesso anche con la certezza di non essere in alcun modo sanzionato.

Infine, le criticità evidenziate dallo studio, che ha associato gli eventi di cui sopra alle tipologie tecnologiche di PL (barriere complete o semibarriere, comando della chiusura, velocità e traffico della linea, tempi di chiusura) forniscono indicazioni sulle priorità degli interventi di safety management.

1 Introduzione

1.1 Definizioni, abbreviazioni e acronimi

Nella tabella seguente sono riportate le definizioni, abbreviazioni e acronimi utilizzati nel documento

Termine	Definizione
Incidente (ex DIR 2004/49/CE)	Evento improvviso indesiderato e non intenzionale o specifica catena di siffatti eventi aventi conseguenze dannose. Gli incidenti si dividono nelle seguenti categorie: collisioni, deragliamenti, incidenti ai passaggi a livello, incidenti a persone causati da materiale rotabile in movimento, incendi e altro
Incidente grave (ex DIR 2004/49/CE)	qualsiasi collisione ferroviaria o deragliamenti di treni che causa la morte di almeno una persona o il ferimento grave di cinque o più persone o seri danni al materiale rotabile, all'infrastruttura o all'ambiente e qualsiasi altro incidente analogo avente un evidente impatto sulla regolamentazione della sicurezza ferroviaria o sulla gestione della stessa. «Seri danni», i danni il cui costo totale può essere stimato immediatamente dall'organismo investigativo ad almeno 2 milioni di EUR
Inconveniente (ex DIR 2004/49/CE)	qualsiasi evento diverso da un incidente o da un incidente grave, associato alla circolazione dei treni e avente un'incidenza sulla sicurezza dell'esercizio
Evento	Qualunque evento anomalo occorso in corrispondenza di un PL, indipendentemente dal fatto che abbia o no causato danni a persone, materiale rotabile, infrastruttura ferroviaria o terzi.
Incidenti tipici	Presso le Ferrovie dello Stato Italiane sono classificati come tipici i seguenti incidenti: <ul style="list-style-type: none">• collisioni tra materiale rotabile o di materiale rotabile contro ostacoli, esclusi gli incidenti ai passaggi a livello;• deragliamenti (di treni, in manovra, di locomotive isolate);• incidenti ai passaggi a livello, cioè collisioni tra materiale rotabile e veicoli stradali ai PL;• incendi sul materiale rotabile in servizio.
Incidenti atipici	Presso le Ferrovie dello Stato Italiane sono classificati come atipici gli incidenti accaduti individualmente a persone in relazione al movimento dei rotabili. Essi comprendono gli incidenti che possono accadere a persone che: <ul style="list-style-type: none">• partecipano ad operazioni di manovra o aggancio dei veicoli;• stazionano o circolano nell'ambito della ferrovia;• subiscono un urto da un ostacolo o da un veicolo mentre sono trasportate da un veicolo ferroviario;• cadono da un veicolo ferroviario in movimento;• vengono investite ad un passaggio a livello.
BDS	Banca Dati Sicurezza
GI	Gestore dell'Infrastruttura
IF	Impresa Ferroviaria
PL	Passaggio a livello
IEPL	Istruzione per l'Esercizio dei Passaggi a Livello
ERA	European Railway Agency (Agenzia Ferroviaria Europea)
ANSF	Agenzia Nazionale per la Sicurezza Ferroviaria

1.2 L'incidentalità ferroviaria in corrispondenza dei passaggi a livello

I Passaggi a Livello sono i punti dove i treni incrociano la viabilità stradale: la loro funzione è quella di separare il traffico ferroviario dai veicoli, dai mezzi a due ruote e dai pedoni.

Gli elementi fondamentali che interagiscono ad un PL sono sintetizzati nel grafico di Figura 1, da cui emerge la complessità dei fattori che possono influenzare la sicurezza dei PL, oltre che

la considerazione che garantire la sicurezza dei PL deve essere una responsabilità condivisa dai gestori della rete stradale e di quella ferroviaria.

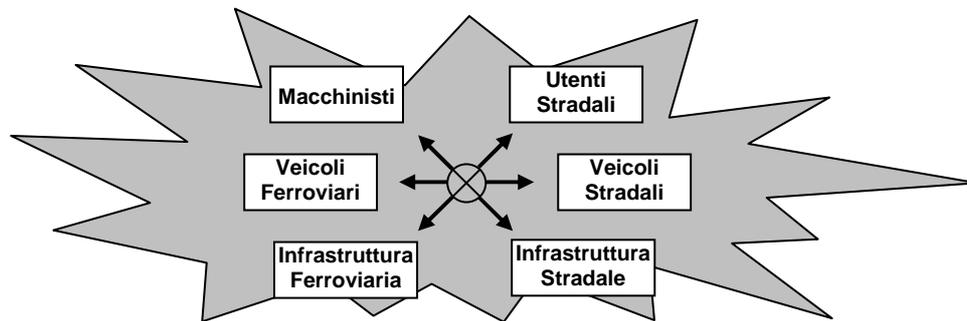


Figura 1. Componenti della sicurezza dei PL (fonte: Progetto Europeo SELCAT - Deliverable 15 - Final Report for Publication)

Il grafico di Figura 1 suggerisce anche una indicazione sulle **possibili cause degli incidenti ai PL** che possono essere raggruppate nelle seguenti categorie:

1. *errori umani lato strada*, che include tutti gli errori (intenzionali e non) da parte degli utenti stradali, pedoni inclusi (es. deliberata violazione dei segnali di avviso, violazione dei segnali di avviso per distrazione, violazione dei segnali di avviso a seguito di fenomeni di abbagliamento e/o di scarsa visibilità dei segnali stessi, manovre di zig-zag ai PL con semibarriere, etc.);
2. *errori umani lato ferrovia*, che include gli errori commessi da parte di macchinisti e manovratori di PL;
3. *cause tecniche lato strada*, che riguarda guasti dei veicoli stradali;
4. *cause tecniche lato ferrovia*, che riguarda guasti ai sistemi di protezione o di avviso dei PL (barriere, segnali luminosi o acustici, etc.);
5. *altre cause*, che include cause che non rientrano nelle categorie precedenti (e.g. atti vandalici, animali sul binario).

Il presente studio intende dare contributi al miglioramento della sicurezza ai PL, sia attraverso l'approccio *reattivo* (in cui si analizzano gli incidenti allo scopo di trarre conclusioni che possano migliorare la sicurezza di un PL), sia attraverso l'approccio *proattivo*, in cui non si attende che si verifichi un incidente (più o meno grave) per procedere al miglioramento della sicurezza di un PL ma si impara dai segnali premonitori, gli inconvenienti (considerando, ad esempio, la frequenza e la tipologia di inconvenienti che hanno interessato il PL nel passato).

1.3 Tipologie di Passaggi a Livello

1.3.1 Classificazione dei PL

Nell'Istruzione per l'Esercizio dei Passaggi a Livello (all'art. 1), RFI riporta una classificazione dei PL (presenti sulla rete ferroviaria gestita da RFI) che può essere sintetizzata dal grafico di Figura 2.

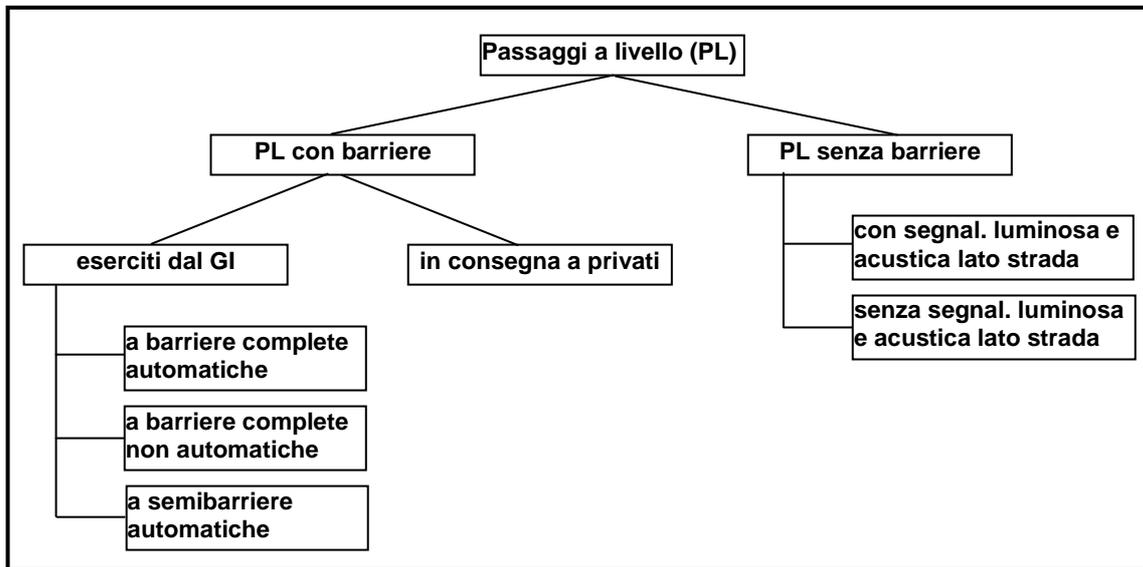


Figura 2. Classificazione dei PL secondo l'art.1 dell'IEPL

A livello europeo (al fine di armonizzare i metodi di classificazione in uso nei diversi Stati Membri e Associati) è stata introdotta una differente classificazione dei PL, proposta dall'ERA e che possiamo definire *classificazione base*. Tale classificazione è riportata in Figura 3.

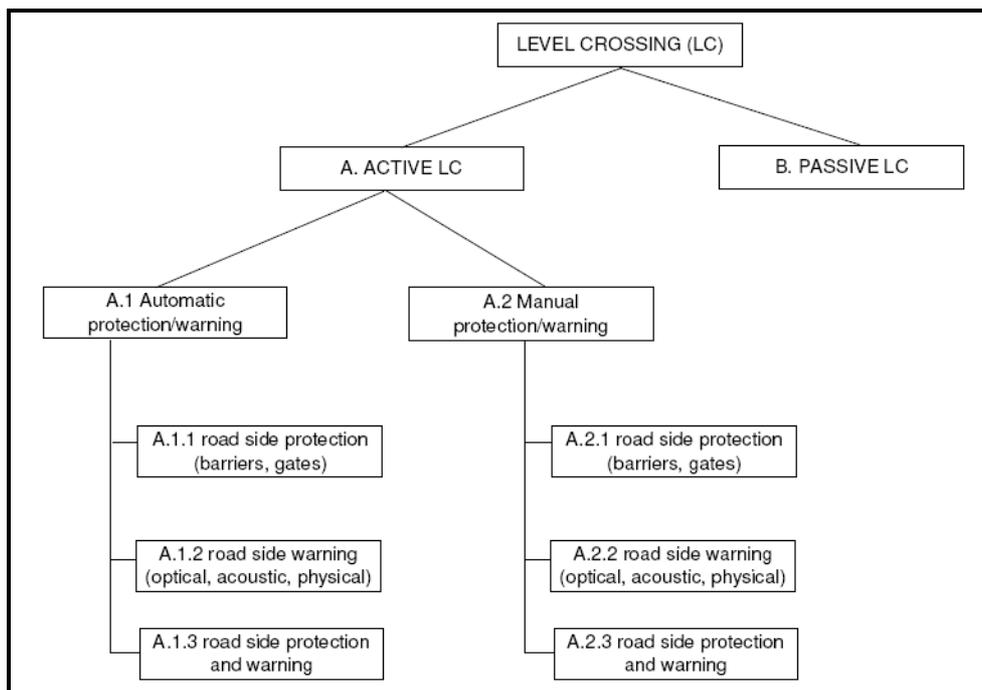


Figura 3. Classificazione base dei PL proposta dall'ERA

Al primo livello, la *classificazione base* dell'ERA distingue fra *PL attivi* (gruppo **A**) e *PL passivi* (gruppo **B**): i *PL passivi* sono quelli dotati di segnali di avviso e/o sistemi di protezione il cui stato è permanente ed indipendente da qualsiasi situazione di traffico (rientrano in questa categoria i PL senza barriere non protetti e i PL in consegna agli utenti); nei *PL attivi*, viceversa, i segnali di avviso e i sistemi di protezione cambiano stato quando i treni si avvicinano all'area del PL.

Al secondo livello, la *classificazione base* dell'ERA distingue i PL attivi in base al metodo di attivazione dei segnali di avviso o dei sistemi di protezione: se questo avviene senza alcun intervento manuale, si parla di *PL con protezione/avviso automatico* (gruppo **A.1**), se, invece, nel processo di attivazione dei segnali di avviso o dei sistemi di protezione è in qualche modo richiesto l'intervento manuale (solitamente per movimentare le barriere) si parla di *PL con protezione/avviso manuale* (gruppo **A.2**).

Ciascuno dei due gruppi A.1 e A.2 è, a sua volta, suddiviso in tre sottogruppi identici relativi al tipo di equipaggiamento utilizzato lato strada: *protezione lato strada (barriere, cancelli)* (gruppi **A.1.1** e **A.2.1**, rispettivamente), *segnali lato strada (ottici, acustici, fisici)* (gruppi **A.1.2** e **A.2.2**, rispettivamente), *protezione e segnali lato strada* (gruppi **A.1.3** e **A.2.3**, rispettivamente).

Si tratta di una classificazione più generale che prevede anche soluzioni non adottate in Italia¹.

1.3.2 Caratteristiche dei PL presenti sulla rete ferroviaria gestita da RFI

Tornando alla situazione italiana, secondo i dati riportati nella Tabella 6a del file **dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls** (ALLEGATO D) forniti da RFI ad ANSF, sulla rete ferroviaria gestita da RFI risultano complessivamente **5.637 PL**².

Nel grafico di Figura 4.a) è riportato, per ogni compartimento in cui è suddivisa la rete ferroviaria gestita da RFI, il numero complessivo di PL; in Figura 4.b) è riportata la distribuzione percentuale dei PL fra i compartimenti in cui è suddivisa la rete ferroviaria gestita da RFI.

¹ Ad esempio, in Italia è difficile trovare PL automatici con protezioni lato strada (es. barriere) ma senza segnali luminosi, pertanto il gruppo A.1.1 è di fatto vuoto; la stessa situazione si verifica per il gruppo A.2.2 (la soluzione con soli sistemi di avviso operati manualmente in pratica non si trova) e per il gruppo B.

² a meno di dismissioni avvenute dopo Dicembre 2011 delle quali lo scrivente non è al corrente. Si esprime il dubbio sulla completezza dei dati forniti da RFI ad ANSF sui PL (ed utilizzati come riferimento del presente studio), dal momento che, almeno il dato sul numero complessivo dei PL non è coerente con quanto riportato in un Comunicato Stampa delle Ferrovie dello Stato (datato 9 Giugno 2011) relativo alla "Giornata internazionale di informazione e sensibilizzazione sui passaggi a livello", nel quale si parla di **6.003 PL** in esercizio sulle linee del network di RFI.

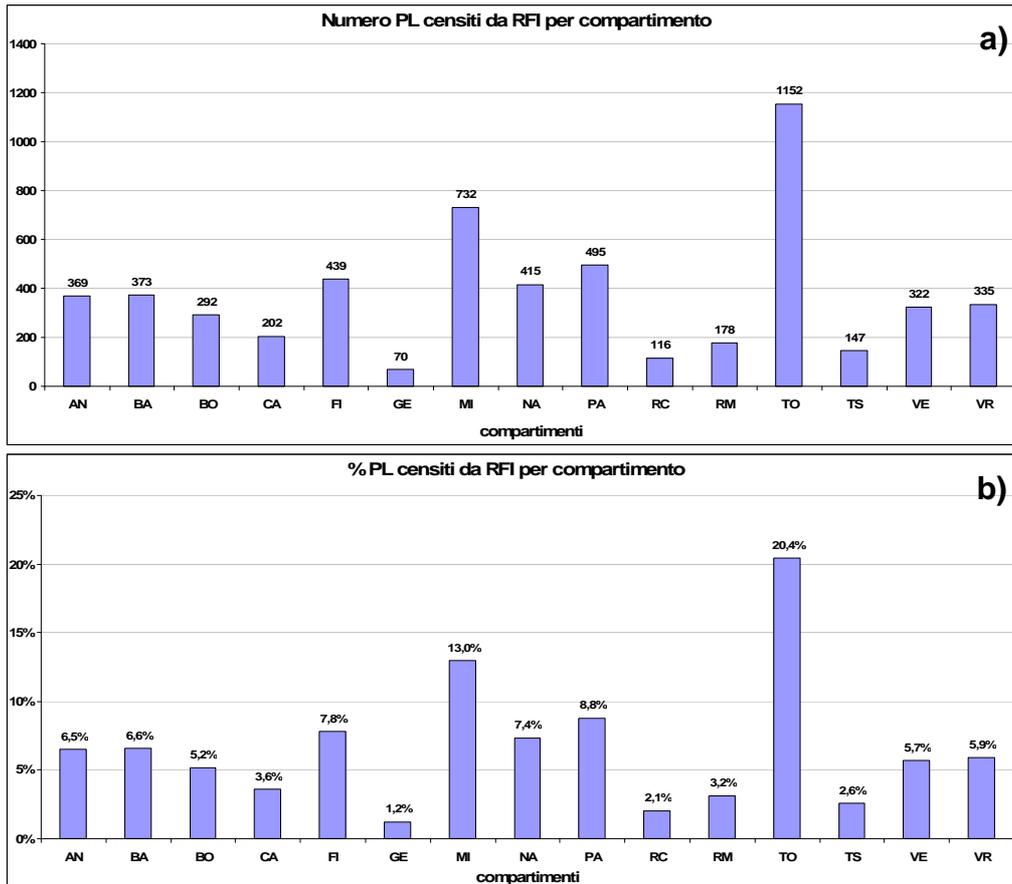


Figura 4. a) Numero di PL per compartimento. b) Distribuzione percentuale dei PL fra i compartimenti (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

Nei grafici che seguono (da Figura 5 a Figura 14) si riporta la distribuzione (sia numerica, sia percentuale) dei PL in base alle seguenti caratteristiche:

- modalità di chiusura PL;
- modalità di riapertura dei PL;
- tipo di barriere;
- segnalazione lato ferrovia;
- presenza di attrezzature di sussidio alla protezione dei P.L.;
- segnalazione lato strada;
- tipologia della linea;
- velocità massima della linea;
- numero di treni/giorno;
- tempo medio di chiusura del PL per singolo treno.

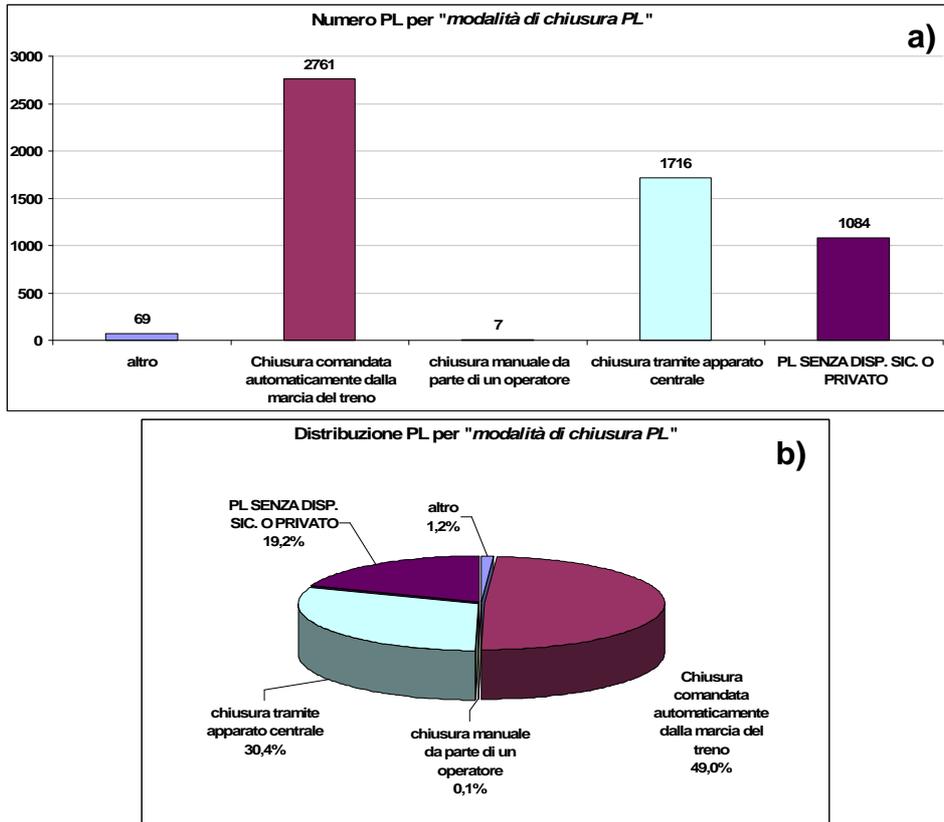


Figura 5. a) Numero di PL per "modalità di chiusura PL". b) Distribuzione dei PL in base alla "modalità di chiusura PL" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

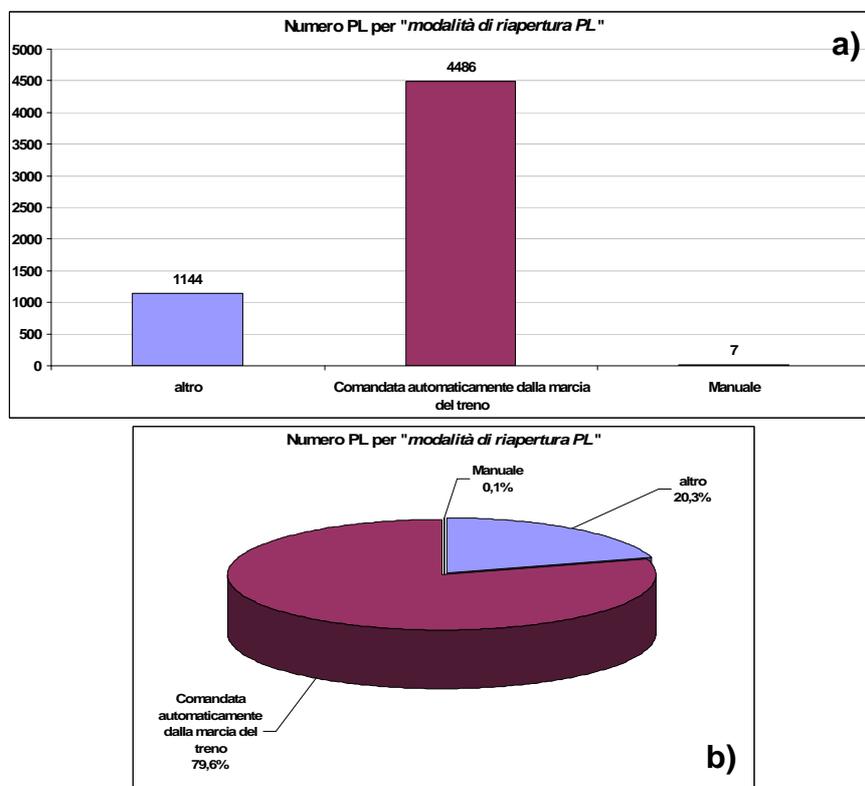


Figura 6. a) Numero di PL per "modalità di riapertura PL". b) Distribuzione dei PL in base alla "modalità di riapertura PL" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

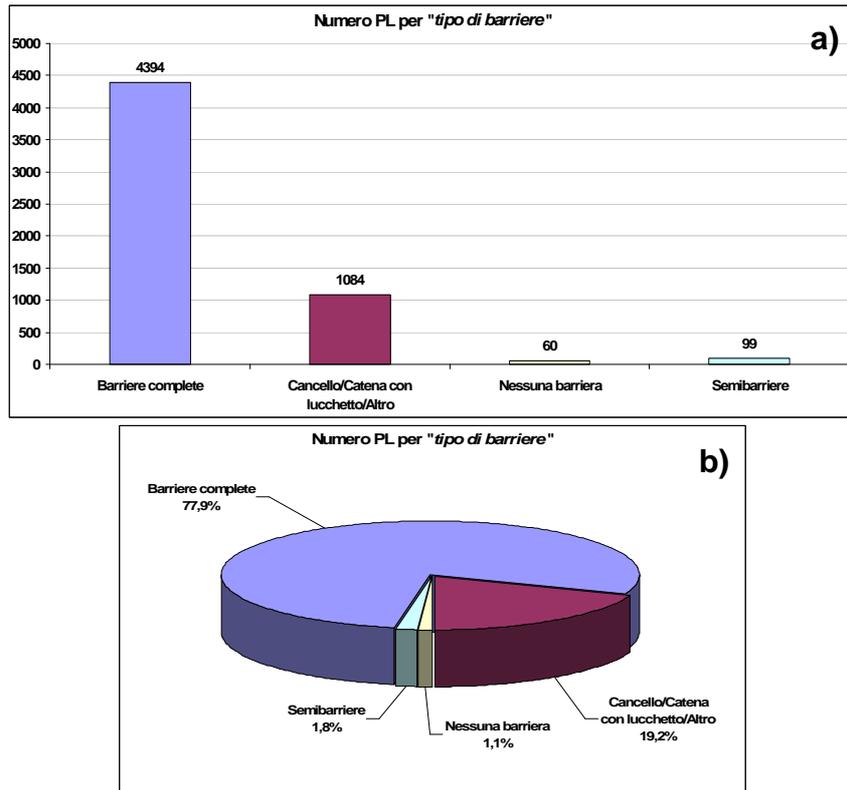


Figura 7. a) Numero di PL per "tipo di barriera". b) Distribuzione percentuale dei PL in base alla "tipo di barriera" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

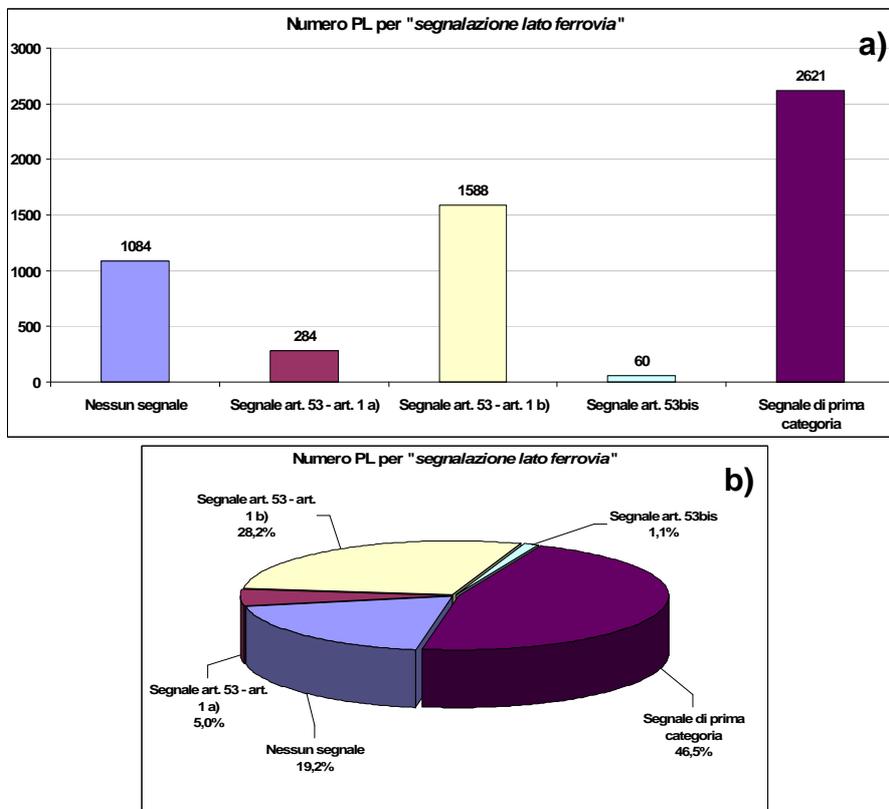


Figura 8. a) Numero di PL per "segnalazione lato ferrovia". b) Distribuzione dei PL in base alla "segnalazione lato ferrovia" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

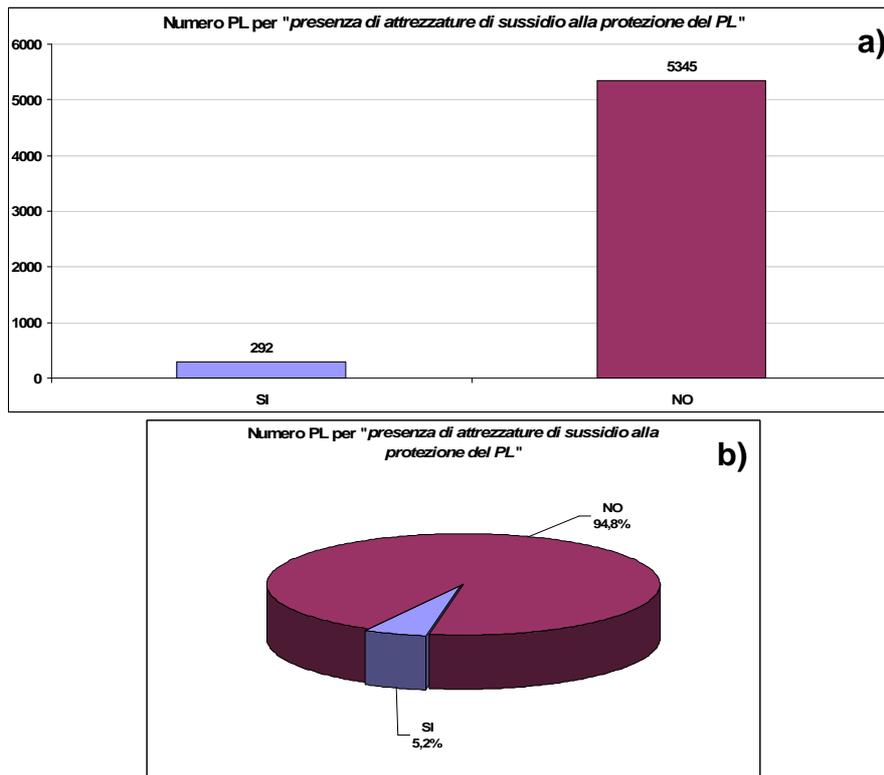


Figura 9. a) Numero di PL per "presenza di attrezzature di sussidio alla protezione del PL". b) Distribuzione dei PL in base alla "presenza di attrezzature di sussidio alla protezione del PL" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

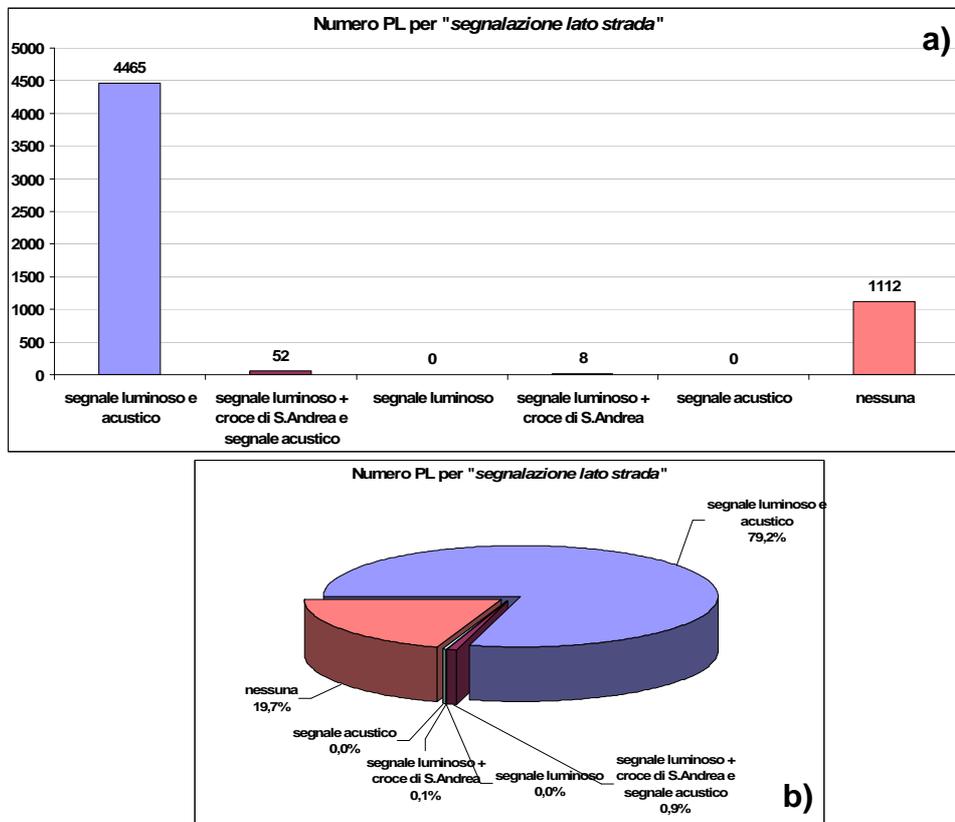


Figura 10. a) Numero di PL per "tipologia di segnalazione lato strada". b) Distribuzione dei PL in base al "tipo segnalazione lato strada" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

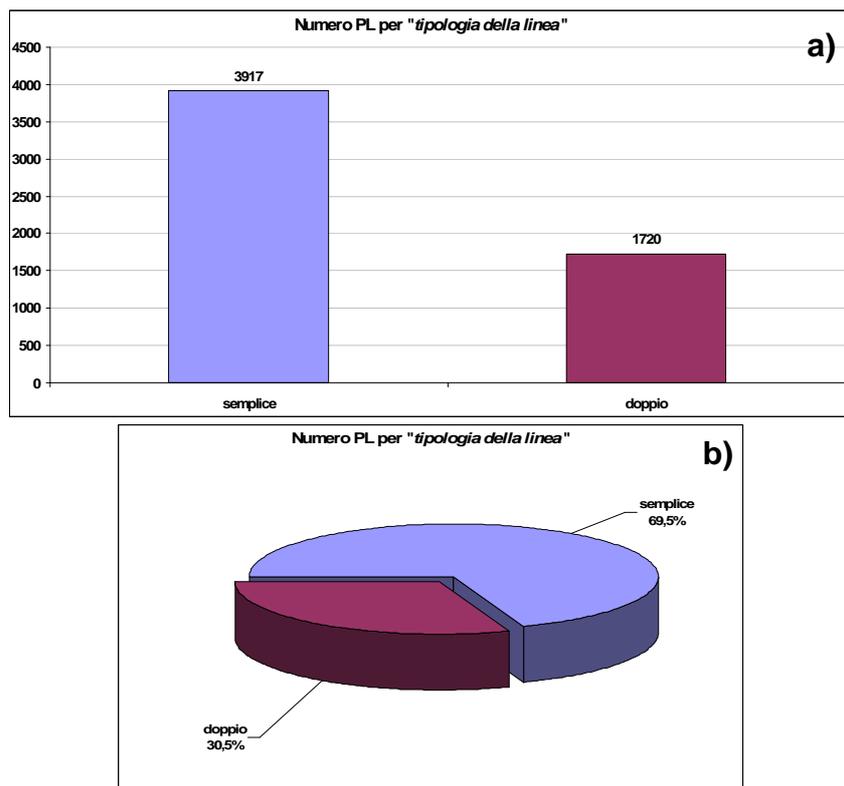


Figura 11. a) Numero di PL per "tipologia della linea". b) Distribuzione dei PL in base alla "tipologia della linea" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

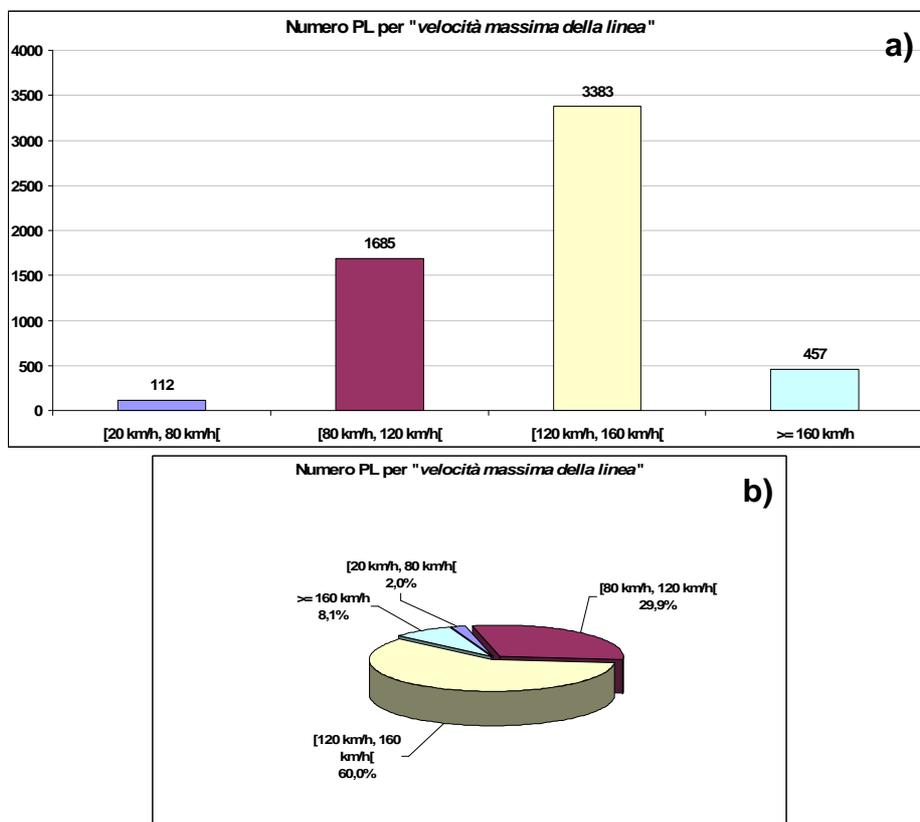


Figura 12. a) Numero di PL per "velocità massima della linea". b) Distribuzione dei PL in base alla "velocità massima della linea" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

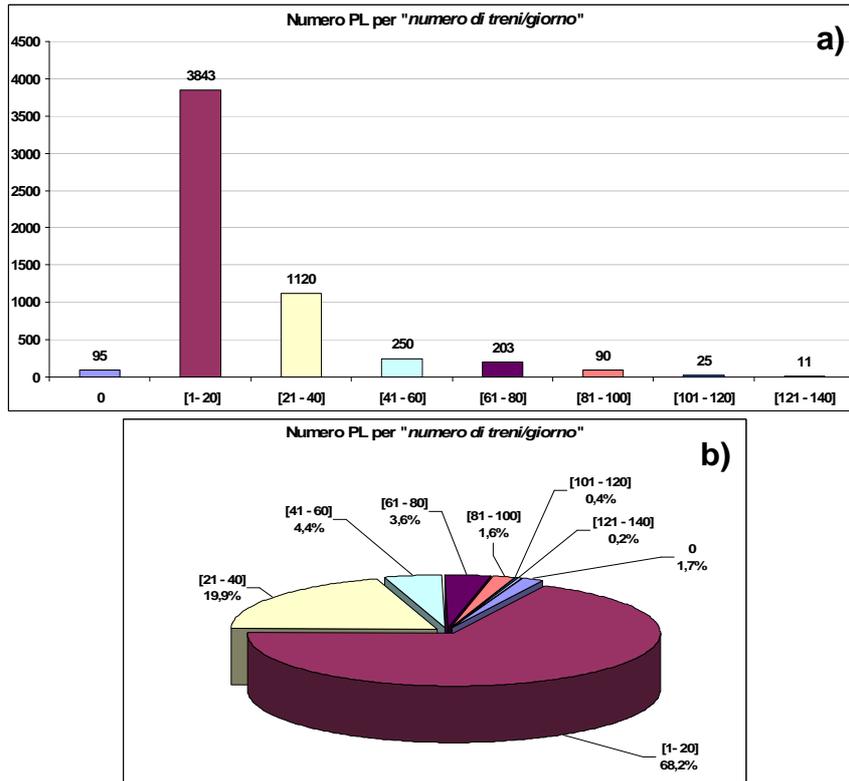


Figura 13. a) Numero di PL per "numero di treni/giorno". b) Distribuzione dei PL in base al "numero di treni/giorno" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

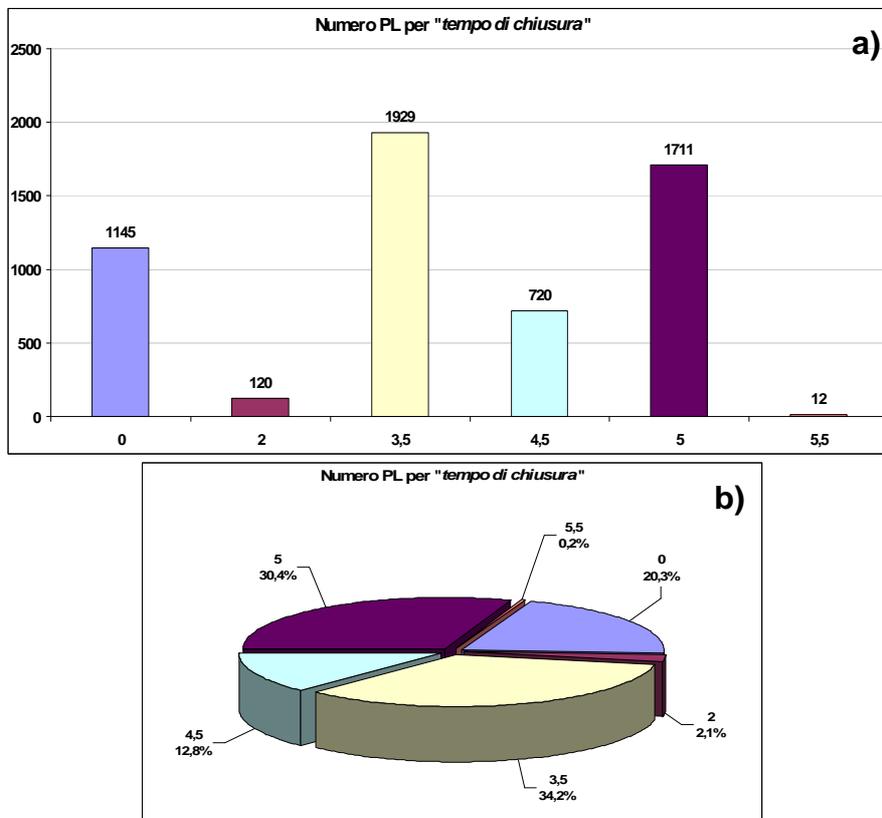


Figura 14. a) Numero di PL in base al "tempo medio di chiusura per singolo treno". b) Distribuzione dei PL in base al "tempo medio di chiusura per singolo treno" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls)

Potrebbe essere di qualche utilità approfondire la correlazione fra le varie caratteristiche dei PL; tuttavia si è ritenuto di non farlo nel corso del presente studio (già di per sé piuttosto esteso ed articolato), per non incorrere in un eccesso di informazioni che rischiano di diventare poco utilizzabili.

Si riportano, di seguito, alcune considerazioni sui dati della Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI che dovrebbero essere approfondite, poiché inficiano l'attendibilità stessa dei dati sui quali si lavora.

1. Il parametro denominato "*tempo medio di chiusura per singolo treno*" (riportato nella colonna I della Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI) sembra non dare un'indicazione attendibile sui tempi medi di attesa cui l'utente stradale è soggetto ogni qualvolta il PL viene chiuso. Questa considerazione vale principalmente per i PL delle linee a doppio binario (il 30% dei PL complessivi, ref. Figura 11.b)) dove il *tempo medio di chiusura per singolo treno* può non coincidere con il *tempo medio di chiusura del PL* (ad esempio nel caso in cui transitino più treni durante una stessa chiusura del PL).

Anche qualora fosse determinato su considerazioni teoriche ipotizzando i tempi di chiusura per i singoli treni dalle diverse provenienze possibili e facendone la media, si sollevano forti dubbi sulla validità del parametro *tempo medio di chiusura per singolo treno*, dubbi confermati da quanto lo scrivente stesso ha verificato personalmente e appreso durante i sopralluoghi effettuati nello svolgimento delle indagini relative a incidenti ferroviari che hanno interessato i seguenti PL:

- PL localizzato alla progressiva km 1+265 sulla linea ferroviaria Milano-Lecco (tratta Monza-Arcore);
- PL localizzato alla progressiva km 4+813 sulla linea ferroviaria Parma-La Spezia (tratta Parma-Vicofertile)

Nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI i tempi medi di chiusura per singolo treno risultano pari a 3,5 min. per entrambi i PL; per il PL alla progressiva km 4+813 nella tratta Parma-Vicofertile il *tempo medio di chiusura per singolo treno* di 3,5 min. corrisponde abbastanza verosimilmente al *tempo medio di chiusura del PL* per i treni provenienti dalla stazione di Vicofertile ma è molto inferiore al *tempo medio di chiusura del PL* per i treni provenienti dalla stazione di Parma (ben superiori ai 6 minuti); per il PL alla progressiva km 1+265 della tratta Monza-Arcore i tempi di chiusura effettivi del PL sono anche di molto superiori ai 10 min.

2. Per 95 dei PL elencati nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI) è riportato un *numero di treni/giorno* pari a 0, un valore di cui non si comprende il significato e che è stato, pertanto, trascurato.

1.4 Contenuti della relazione

Nei capitoli seguenti vengono presentati e discussi:

1. la metodologia utilizzata per la selezione e l'elaborazione dei dati relativi ad eventi³ occorsi in corrispondenza dei PL;
2. i risultati derivanti dall'analisi dei dati;
3. le conclusioni, anche in termini di raccomandazioni e sviluppi futuri, che è possibile trarre dai risultati dello studio.

³ Con il termine **evento** nella presente relazione ci si riferisce ad un *qualunque evento anomalo* occorso in corrispondenza di un PL, indipendentemente dal fatto che abbia o no causato danni a persone, materiale rotabile, infrastruttura ferroviaria o terzi.
Gli eventi anomali a seguito dei quali un rotabile ha riportato danni e/o ha causato danni a persone, materiale rotabile, infrastruttura ferroviaria o terzi saranno indicati con il termine **incidente**, mentre gli eventi anomali in cui nessun rotabile ha riportato danni né ha causato danni a persone, materiale rotabile, infrastruttura ferroviaria o terzi saranno indicati con il termine **inconveniente/anomalia**.

2 Metodologia di analisi e risultati

2.1 Analisi della banca dati di RFI per la selezione degli eventi ai PL

Lo studio analitico sul tema della incidentalità ferroviaria in corrispondenza dei PL è iniziato con la selezione degli eventi occorsi in corrispondenza dei PL sulla rete ferroviaria gestita da RFI nel periodo dal 1/07/2010 al 15/08/2011 (per un totale di 410 giorni) e riportati nella Banca Dati Sicurezza (nel seguito BDS) di RFI. Per questa fase ci si è serviti del foglio di lavoro **BancaDatiSicurezza**, contenuto nel file **CauseClassification_BDS_RFI.xls**, la cui struttura è stata implementata nell'ambito dell'attività 1).

Mancando nella BDS di RFI un campo relativo alla localizzazione dell'evento (es. *in linea, in stazione, PL, in raccordo/deposito*), non c'è stato modo di estrarre gli eventi relativi a PL in maniera semplice, rapida e automatica dalla BDS di RFI; l'identificazione degli eventi ai PL ha richiesto una procedura consistente nei seguenti passi:

1. Nel foglio di lavoro **BancaDatiSicurezza** del file complessivo **CauseClassification_BDS_RFI.xls** è stato inserito il campo "Localizzazione dell'evento" (colonna V).
2. Sfruttando il campo "Tipologia di evento", presente nella BDS di RFI (colonna H), sono stati immediatamente identificati come eventi ai PL (avvalorando con "PL" il campo "Localizzazione dell'evento") tutti quelli associati alle seguenti tipologie di evento:
 - SA171 - Danneggiamento/Manomissione PL;
 - SA32 - PL (indebita apertura delle barriere);
 - SA43 - PL (Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli);
 - SA44 - PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti);
 - SA60 - PL (Mancata chiusura).

Al termine di questo passo, risultavano selezionati, complessivamente, 3.370 eventi.

3. Per tutti i restanti 14.294 eventi caratterizzati da una tipologia di evento diversa da quelle prese in considerazione al precedente punto 2., gli eventi ai PL sono stati identificati come eventi che nel campo "Descrizione" (colonna AT) contengono le parole-chiave "Passaggio a livello", oppure "PL", oppure "P.L." oppure "PP.LL" oppure "PLL" oppure "barrier*".
4. Per gli eventi identificati in base ai criteri di cui ai precedenti punti 2. e 3. sono state rapidamente verificate le descrizioni in modo da eliminare eventuali "falsi positivi" ed assicurarsi che tutti gli eventi selezionati corrispondessero effettivamente ad eventi ai PL.

Al termine di questo passo, risultavano selezionati 4.144 eventi, pari a circa il 23,5% del totale degli eventi anomali verificatisi sulla rete ferroviaria gestita da RFI e registrati

nella BDS di RFI.

5. Dagli eventi risultanti dalla revisione di cui al punto 4. sono stati eliminati gli "eventi duplicati", cioè record immessi più volte nella BDS di RFI ma corrispondenti in realtà ad un unico evento effettivo.

Il fatto che:

- i. l'indicazione della "Tratta" (colonna R) non sia "standard";
- ii. il campo "Progressiva km" (colonna T) sia a volte non avvalorato⁴ e in alcuni casi sia avvalorato non correttamente⁵

ha complicato l'eliminazione degli "eventi duplicati" poiché non è stato possibile utilizzare i campi "Tratta" e "Progressiva km" per identificare immediatamente (e in maniera pressoché automatica) come "duplicati" gli eventi caratterizzati da identica data, ora, progressiva km e tratta; di fatto per identificare gli "eventi duplicati" è stato necessario identificare automaticamente come "probabili eventi duplicati" quelli caratterizzati da identica data e ora (complessivamente 93), salvo, poi, eliminare manualmente dalla lista gli eventi che, pur caratterizzati da identica data e ora, presentavano una progressiva km differente.

In questa fase sono stati individuati 86 "eventi duplicati", corrispondenti al 2,1% del totale degli eventi relativi a PL selezionati al punto 4.

La procedura appena descritta ha portato a 4.061 il numero effettivo di eventi ai PL oggetto del presente studio⁶.

Le informazioni relative a tali eventi sono state riportate nel foglio di lavoro **BancaDatiSicurezza** del file **CauseClassification_PL.xls** che può essere considerato un estratto del foglio di lavoro **BancaDatiSicurezza** del file **CauseClassification_BDS_RFI.xls**, essendo caratterizzato dagli stessi campi, ma contenendo tutti e soli gli eventi ai PL.

Le elaborazioni sui dati relativi agli eventi ai PL sono state effettuate nel file **studio_eventiPL.xls** nel quale è stata creata una versione "solo testo" (denominata **BancaDatiSicurezza_txt**) del foglio di lavoro **BancaDatiSicurezza** del file **CauseClassification_PL.xls**.

⁴ In 17 casi su 4.147 il campo "Progressiva km" è vuoto oppure riporta il valore 0.

⁵ Il campo "Progressiva km" riporta un valore di progressiva inesistente, oppure diverso da quello indicato nel campo "Descrizione".

⁶ Si ha motivo di ritenere che il numero degli eventi effettivamente occorsi ai PL nel periodo di riferimento sia maggiore dei 4.061 estratti dalla BDS di RFI, poiché nell'ambito di due indagini relative ad incidenti a PL svolte dallo scrivente parallelamente al presente studio è emerso che (almeno per le progressive km relative alle suddette indagini) il numero di eventi a PL riportato nella BDS è inferiore al numero effettivo di eventi a PL di cui la Polizia Ferroviaria ha informato RFI; in particolare, nella BDS di RFI (al 16 agosto 2011) manca uno degli incidenti sui quali lo scrivente è stato incaricato di svolgere un'indagine (verificatosi il 12 luglio 2011).

2.2 Elaborazione dei dati e risultati

Il file di riferimento dei fogli di lavoro citati in questa sezione (salvo che non ne sia espressamente citato uno differente) è `studio_eventiPL.xls` [ALLEGATO B]

Utilizzando le informazioni disponibili per i 4.061 eventi ai PL riportati nel foglio `BancaDatinsicurezza_txt` sono state implementate e popolate diverse tabelle che forniscono indicazioni su vari aspetti che possono caratterizzare gli eventi ai PL; da tali grafici sono, quindi, stati estratti dei grafici che sono riportati e discussi nel seguito.

2.2.1 Analisi delle TIPOLOGIE DI EVENTO per eventi e incidenti ai PL

Nel foglio di lavoro `Tab_1`, per ogni "Tipologia di evento" indicata nella BDS di RFI e riguardante eventi ai PL è stato determinato:

- il numero complessivo di eventi e la distinzione fra inconvenienti e incidenti;
- il numero di incidenti mortali e non mortali;
- il numero di incidenti gravi e non gravi in base alla definizione contenuta nella DIR 2004/49/CE;
- il numero di indagini aperte dal Gestore dell'Infrastruttura e/o dall'Impresa Ferroviaria.

Rimandando all'ALLEGATO E per l'elenco completo delle tipologie di evento presenti nella BDS di RFI nel periodo di riferimento del presente studio, in Figura 15 e Figura 16 si riportano i grafici relativi al numero di eventi e di incidenti a PL per "Tipologia di evento".

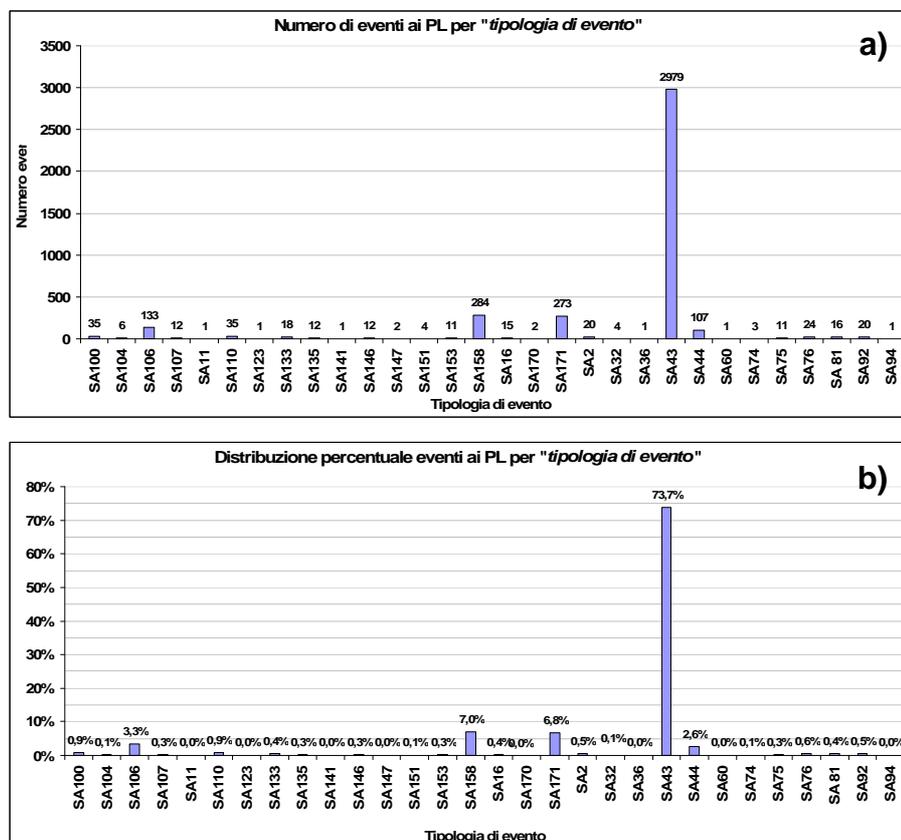


Figura 15. Distribuzione assoluta [a] e percentuale [b] di eventi ai PL per tipologia di evento.

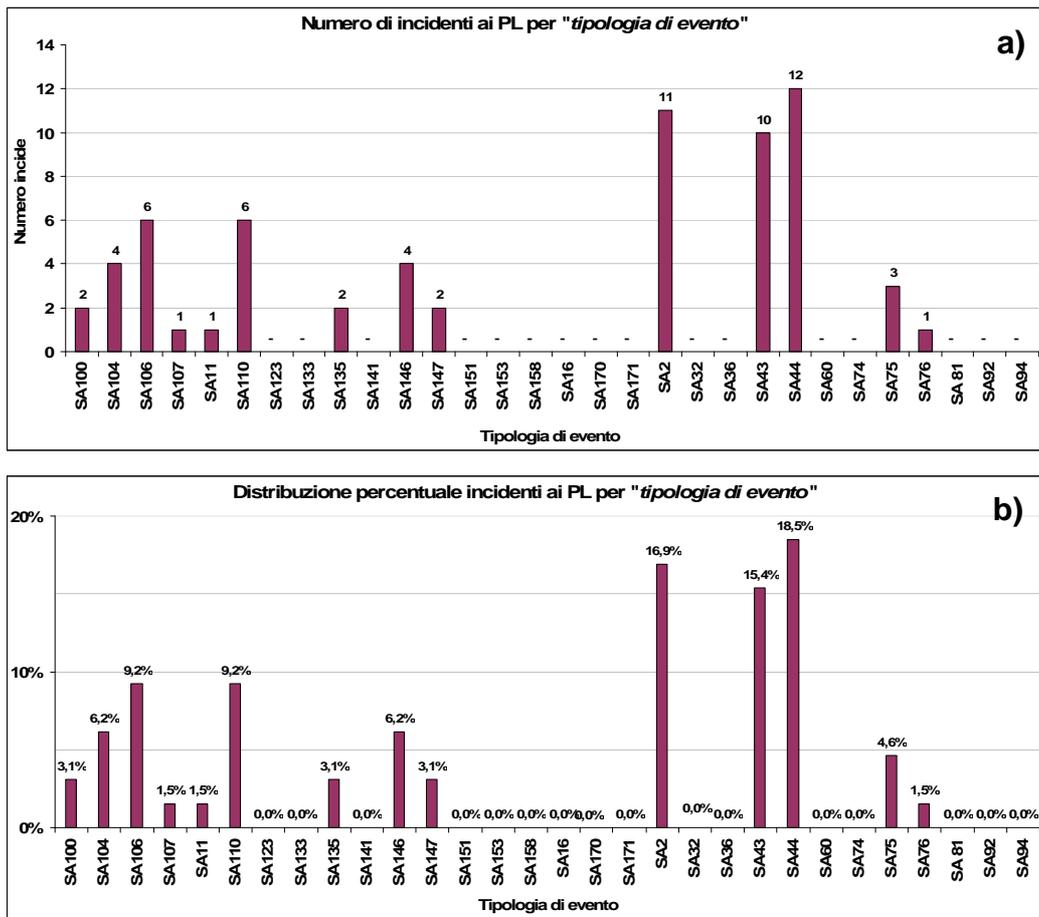


Figura 16. Distribuzione assoluta [a)] e percentuale [b)] di incidenti ai PL per tipologia di evento

In Figura 17 è riportato il grafico relativo alla *incidentalità* di ogni tipologia di evento, definita come la percentuale di incidenti rispetto al numero complessivo di eventi a PL.

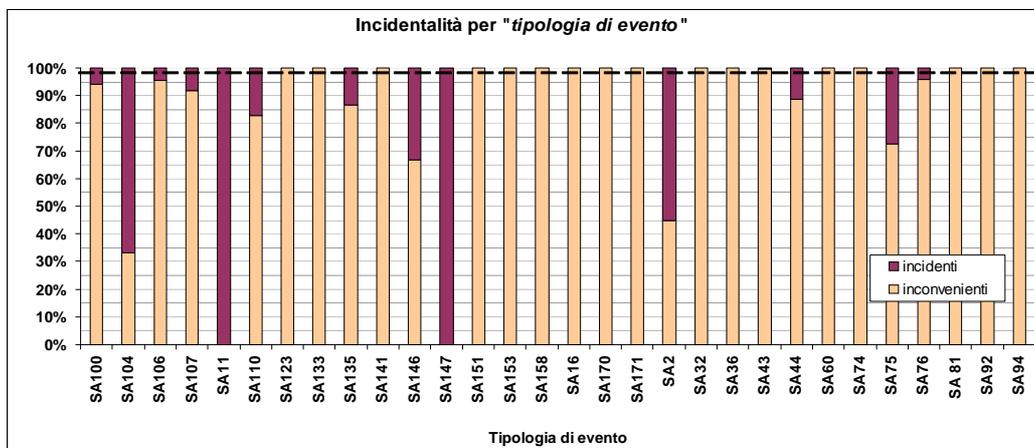


Figura 17. Incidentalità delle tipologie di evento associate ad eventi ai PL

Dai grafici precedenti si possono trarre alcuni risultati.

1. Gli eventi ai PL sono catalogati secondo 30 tipologie di evento. Tale numero è eccessivo, sia perché comporta una elevata frammentazione dei dati (che può portare a sottostimare il peso di alcune tipologie di evento), sia perché alcune tipologie di evento sono "ridondanti"⁷, sia perché altre vengono spesso utilizzate in maniera inappropriata⁸.
2. Le tipologie di evento più frequenti per gli eventi ai PL (Figura 15) sono:
 - I. SA43 - PL (*Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli*), che corrisponde a più del 73% degli eventi a PL e circa il 15% di incidenti a PL;
 - II. SA158 - *Rifiuto di effettuare Marcia a vista*, che corrisponde al 7% degli eventi a PL senza, però, dare mai luogo ad incidenti;
 - III. SA171 - *Danneggiamento/Manomissione PL*, che corrisponde al 6,8% degli eventi a PL senza, però, dare mai luogo ad incidenti;
 - IV. SA106 - *Atto vandalico* (circa il 3,3% degli eventi a PL e il 9% di incidenti a PL)
 - V. SA44 - PL (*Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*) - (circa il 2,6% degli eventi e il 18,5% di incidenti).

Gli eventi che rientrano nelle tipologie SA43 e SA44 (complessivamente oltre il 75% degli eventi a PL) hanno come causa principale (fra quelle elencate a pag. 6) *errori umani (intenzionali o accidentali) lato strada* e solo in pochissimi casi *cause tecniche lato strada*⁹; gli eventi che rientrano nelle tipologia SA106 e SA171 (complessivamente circa il 10% degli eventi a PL) hanno come causa comune l'atto vandalico; gli eventi che rientrano nella tipologia SA158 sono provocati da *cause tecniche lato ferrovia* (i.e. guasti di uno o più apparati del PL) oppure da danni al PL (generalmente provocati da tallonamenti o da atti vandalici).

3. Il numero di eventi ai PL relativi alla tipologia SA44 - PL (*Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*) è quasi certamente sottostimato poiché (per esperienza diretta maturata durante i recenti sopralluoghi compiuti dallo scrivente nell'ambito di

⁷ A titolo di esempio, si ritiene che le tipologie di evento SA146–*Suicidio* e SA147–*Tentato suicidio* (che differiscono solo per l'esito) dovrebbero essere ricondotte ad un'unica tipologia di evento che, nel caso di eventi ai PL, dovrebbe essere:

- SA44 - PL (*Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*) se il suicida tenta (o compie) il suo gesto invadendo l'area del PL a piedi;
- SA43 - PL (*Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli*) se il suicida tenta (o compie) il suo gesto invadendo l'area del PL con un veicolo.

Analogamente,

- le tipologie di evento SA104 - *Indebito attraversamento dei binari* e SA110 - *Persone sulla sede ferroviaria/non a distanza di sicurezza* non dovrebbero essere utilizzate per gli eventi ai PL, essendovi già la tipologia di evento, specifica per i PL, SA44 - PL (*Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*);
- la tipologia SA106 - *Atto vandalico* non dovrebbe essere utilizzata per gli eventi ai PL, essendovi già la tipologia di evento, specifica per i PL, SA171 - *Danneggiamento/Manomissione PL*.

⁸ In alcuni casi, eventi associati alle tipologie SA100 - *Veicolo stradale sulla sede*, SA158 - *Rifiuto di effettuare Marcia a vista* oppure SA171 - *Danneggiamento/Manomissione PL* rientrano, in realtà, nella tipologia SA43 - PL (*Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli*).

⁹ in generale, si tratta di veicoli che rimangono imprigionati fra le barriere a seguito di incidenti stradali avvenuti nelle immediate vicinanze dei PL, oppure a seguito di guasti intervenuti mentre il veicolo attraversava il PL (non necessariamente mentre questo era in fase di chiusura)

indagini relative ad incidenti a PL) è altamente probabile che molti indebiti attraversamenti dei PL da parte di pedoni o ciclisti non vengano segnalati se i pedoni o i ciclisti riescono ad abbandonare la sede ferroviaria prima di essere avvistati dal PdC dei treni in transito o, peggio, investiti.

4. Vi è una tipologia di evento (*SA2 – Animali ingombranti il binario*) poco frequente (circa lo 0,5% degli eventi ai PL) ma che presenta una incidentalità molto elevata (i.e. 55%) fatto, questo, spiegabile con considerazioni analoghe a quelle del precedente punto 3.
5. Oltre alle tipologie di evento di cui ai precedenti punti 2. e 4., di un certo rilievo (in riferimento sia al numero assoluto di incidenti, sia al livello di incidentalità) risultano essere le tipologie di evento *SA104 - Indebito attraversamento dei Binari*, *SA110 - Persone sulla sede ferroviaria/non a distanza di sicurezza*, *SA146 - Suicidio* e *SA75 - Ostacoli sul binario*; tra queste, le tipologie di evento *SA104* e *SA110* sarebbero, in realtà da ricondurre alla tipologia *SA44 - PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti)*.
6. A fronte di una incidentalità media¹⁰ ai PL del 1,6% (evidenziata dalla linea nera tratteggiata in Figura 17), per le 5 tipologie di eventi ai PL più frequenti (e, dunque, statisticamente più significative) i valori di incidentalità sono i seguenti:

<i>SA44 - PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti)</i>	11,2%
<i>SA106 - Atto vandalico</i>	4,3%
<i>SA43 - PL (Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli)</i> ...	0,3%
<i>SA171 - Danneggiamento/Manomissione PL</i>	0%
<i>SA158 - Rifiuto di effettuare Marcia a vista</i>	0%

Il valore nullo di incidentalità per le tipologie di evento *SA158* e *SA171* è legato al fatto che quando si verifica questa tipologia di eventi il PdC dei treni generalmente sospende completamente la marcia evitando di impegnare i PL che presentano anomalie e quindi le anomalie non “degenerano” mai in incidenti; diversa è, invece, l’interpretazione del basso livello di incidentalità della tipologia di evento *SA43* è determinato dal fatto che il numero di eventi a PL di questo tipo registrati nel periodo di riferimento del presente studio è elevatissimo.

In Figura 18 è riportato il grafico relativo alla *mortalità* degli incidenti a PL per “**Tipologia di evento**”.

¹⁰ L’incidentalità media è calcolata considerando il numero complessivo di incidenti ai PL ed il numero complessivo di eventi ai PL, senza distinzione fra le “Tipologie di evento”

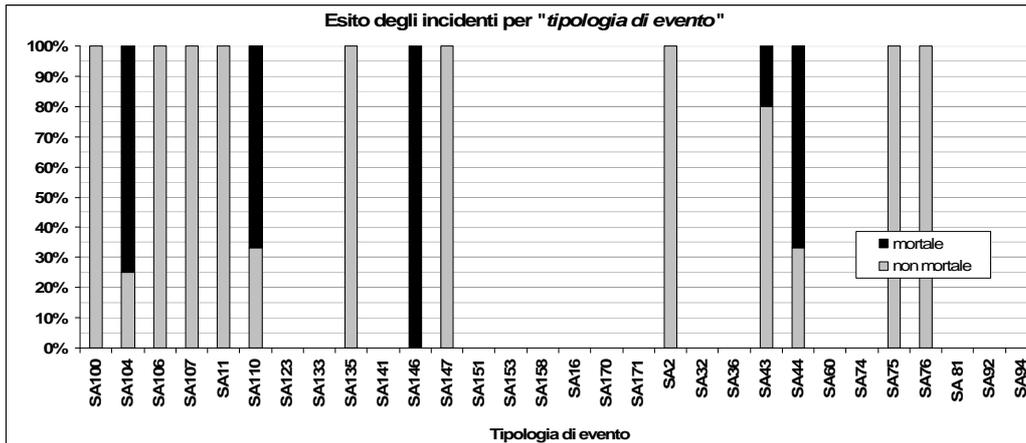


Figura 18. Mortalità degli incidenti ai PL per *tipologia di evento*

Il grafico di Figura 18 indica come "più pericolosi" in assoluto gli eventi di tipologia SA146 – Suicidio, SA104 – Indebito attraversamento dei Binari, SA44 – PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti), SA110 – Persone sulla sede ferroviaria/non a distanza di sicurezza e SA43 – PL (Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli). Osserviamo, in proposito, che le tipologie di evento SA43 e SA44, pur caratterizzate da un livello di incidentalità piuttosto contenuto, in caso di incidenti presentano una mortalità non trascurabile (pari, rispettivamente, al 20% e al 70%).

Considerazioni analoghe a quelle espresse sulla mortalità degli incidenti a PL (Figura 18) valgono se si analizza la *gravità degli incidenti secondo la definizione della DIR 2004/49/EC*, il cui grafico è riportato in Figura 19.

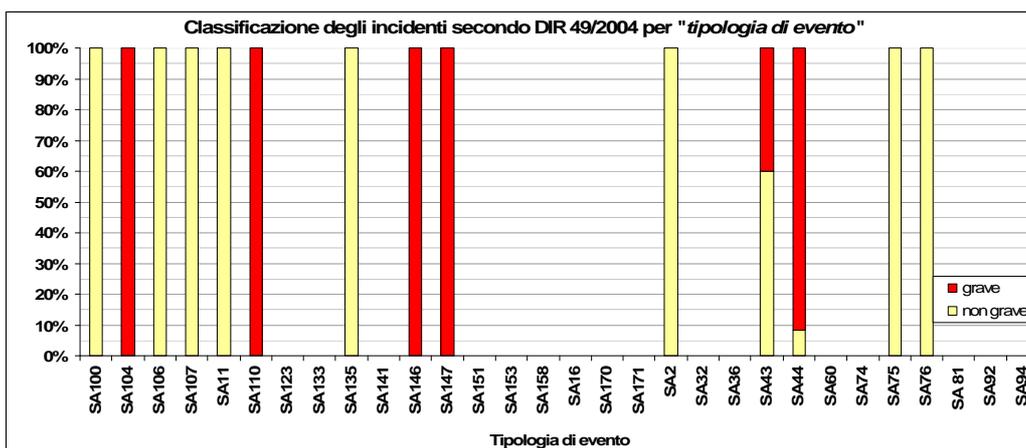


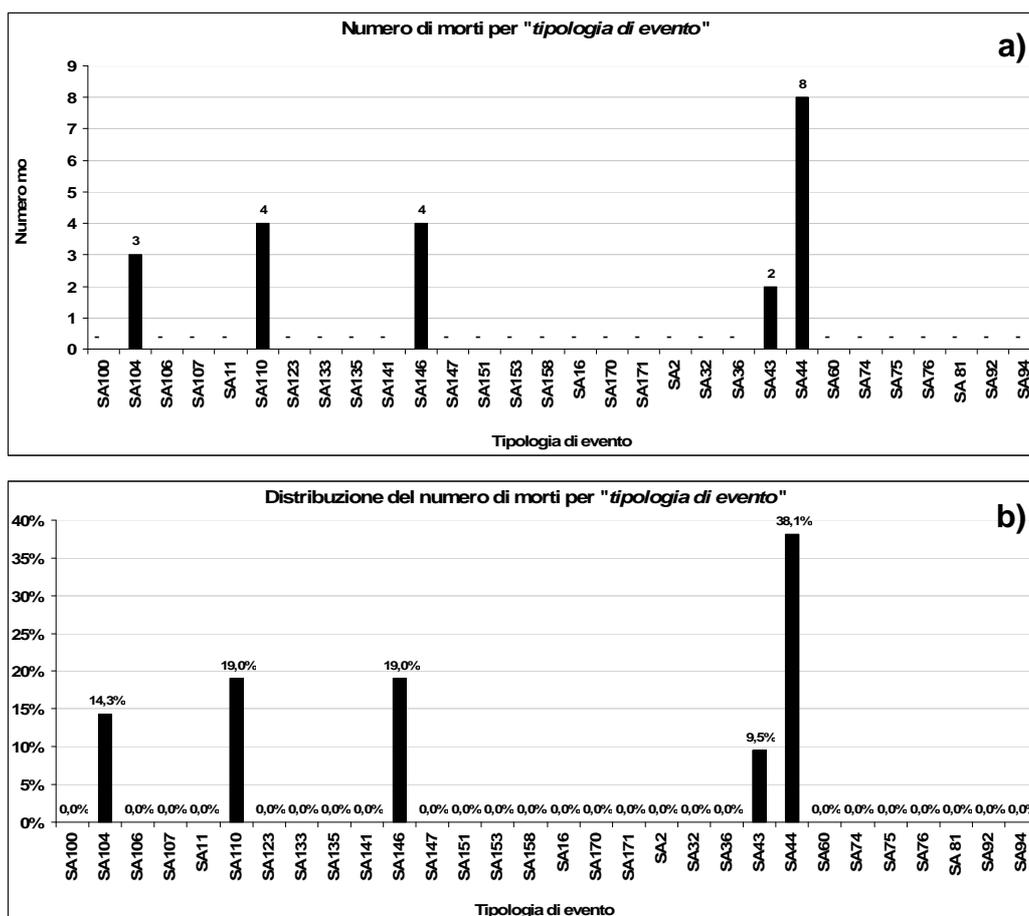
Figura 19. Gravità degli incidenti (secondo la classificazione contenuta nella DIR 2004/49/EC) per *tipologia di evento*

Tornando al tema della mortalità degli incidenti ai PL, nel periodo di riferimento del presente studio si sono verificati **21 incidenti mortali ai PL** che hanno determinato, complessivamente

21 morti; se consideriamo che la BDS di RFI per lo stesso periodo riporta complessivamente **131 morti per incidenti ferroviari** in generale, risulta che:

- il numero di morti per incidenti a PL è pari al 16% del numero totale di morti "causato" dal sistema ferroviario (di qui la percezione dei PL come punto di debolezza del sistema ferroviario nel suo complesso);
- gli incidenti mortali a PL si collocano al 3° posto come causa di morte legata al sistema ferroviario, dopo i suicidi (che nel periodo di riferimento hanno provocato il 50,4% dei morti, il 6% dei quali è avvenuto in prossimità di un PL) e gli investimenti di persone in linea o in stazione causati dall'indebito attraversamento dei binari (che nel periodo di riferimento hanno provocato circa il 32% dei morti).

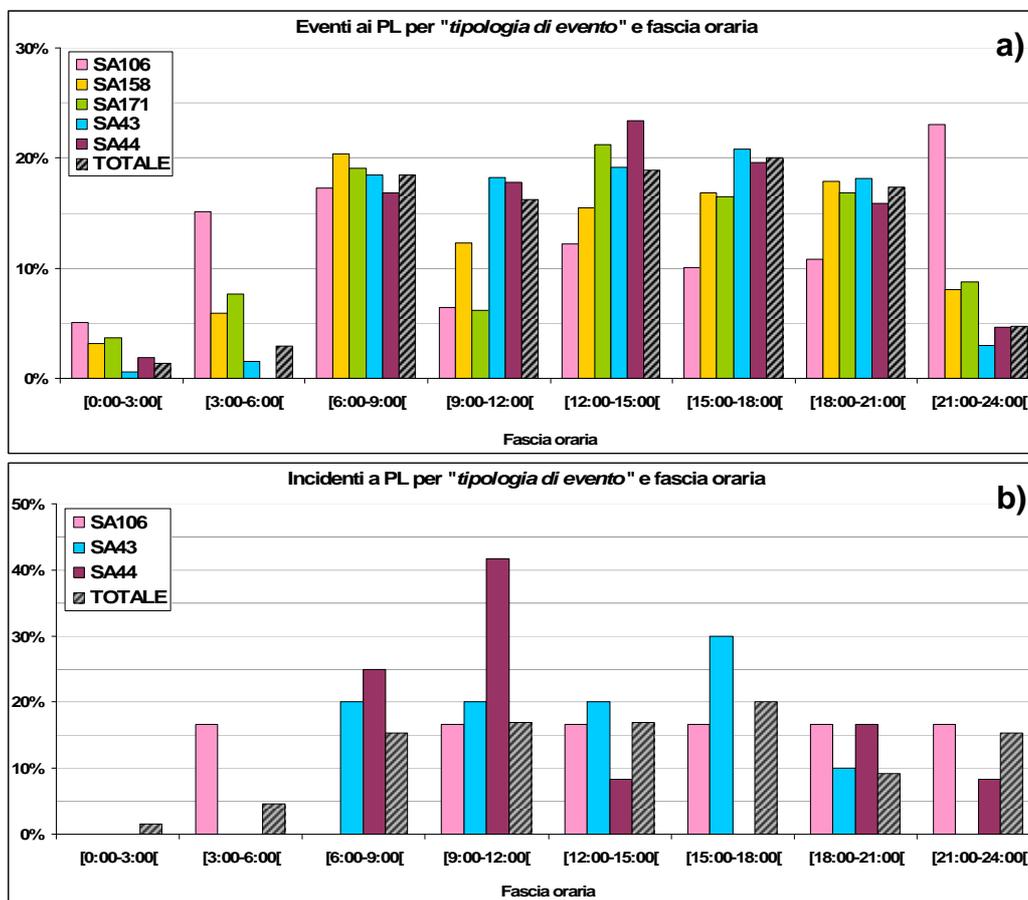
In Figura 20.a) è riportato il grafico relativo al numero di morti in incidenti a PL per "Tipologia di evento" e in Figura 20.b) è riportata la distribuzione del numero di morti in incidenti a PL per "Tipologia di evento".



**Figura 20. a) Numero morti in incidenti ai PL per *tipologia di evento*.
b) Distribuzione del numero di morti in incidenti a PL per *tipologia di evento***

In base alla considerazione precedentemente espressa⁷, per cui gli eventi ai PL attualmente associati alle tipologie di evento SA104 – *Indebito attraversamento dei Binari* e SA110 – *Persone sulla sede ferroviaria/non a distanza di sicurezza* sarebbero in realtà da associare alla tipologia di evento SA44 – *PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti)*, risulta che l'indebito attraversamento dei binari da parte di pedoni o ciclisti è la prima causa di morti per incidenti a PL (con il 71,5% dei morti), seguita dai suicidi (19% dei morti a PL) e dall'indebito attraversamento/tallonamento dei PL da parte dei veicoli (9,5% dei morti a PL)

In Figura 21 sono riportati i grafici relativi alla distribuzione di eventi e incidenti a PL per le 5 tipologie di evento più frequenti e per fascia oraria.



Dai grafici derivano le osservazioni di seguito riportate.

1. Il totale degli eventi ai PL¹¹ è distribuito abbastanza uniformemente (tra il 15% e il 20%) nelle 5 fasce orarie "diurne" e "serali" (tra le ore 6:00 e le ore 21:00), mentre la distribuzione nelle fasce orarie "notturne" (fra le ore 0:00 e le ore 6:00 e fra le ore 21:00 e le ore 24) è ridotta a meno del 5%; questo risultato si può facilmente spiegare considerando che:
 - il totale degli eventi ai PL consiste, per almeno il 75% dei casi, di eventi del tipo SA43 e SA44, che sono dovuti ad una interferenza fra il traffico lato strada (pedonale e/o automobilistico) e il traffico ferroviario;
 - nelle fasce "diurne" e "serali" sia il traffico lato strada, sia il traffico ferroviario sono più sostenuti che nelle fasce "notturne" e quindi è maggiore la probabilità di interferenza fra i due flussi.
2. Se si confronta la distribuzione per fasce orarie del totale degli eventi ai PL con la distribuzione per fasce orarie per la tipologia di evento SA 106, osserviamo che questa è sempre molto maggiore (circa 5 volte) nelle fasce orarie "notturne", mentre è sempre molto minore (circa la metà) nelle fasce orarie "diurne" e "serali"; ciò è da attribuire al fatto che gli atti vandalici, che costituiscono la causa degli eventi di tipo SA 106, avvengono principalmente nelle ore notturne, quando è più difficile che vengano scoperti. Alla luce di questa considerazione, per gli eventi di tipo SA 171 ci si aspetterebbe un andamento analogo agli eventi di tipologia SA 106, il che è vero nelle fasce orarie "notturne", ma non sembra altrettanto vero per le fasce orarie "diurne" e "serali": la spiegazione a ciò va ricercata nel fatto che nei dati della BDS di RFI alla tipologia di evento SA 171 sono stati attribuiti non solo eventi di *danneggiamento o manomissione del PL*, ma anche eventi di *tallonamento delle barriere*; questi ultimi, come già discusso al precedente punto 1., sono molto più frequenti nelle fasce orarie "diurne" e "serali".

In Figura 22.a) è riportato il grafico relativo al numero di indagini aperte su eventi a PL per "Tipologia di evento" e in Figura 22.b) è riportata la distribuzione delle indagini aperte su eventi a PL per "Tipologia di evento".

¹¹ i.e. senza alcuna distinzione sulla *tipologia di evento*

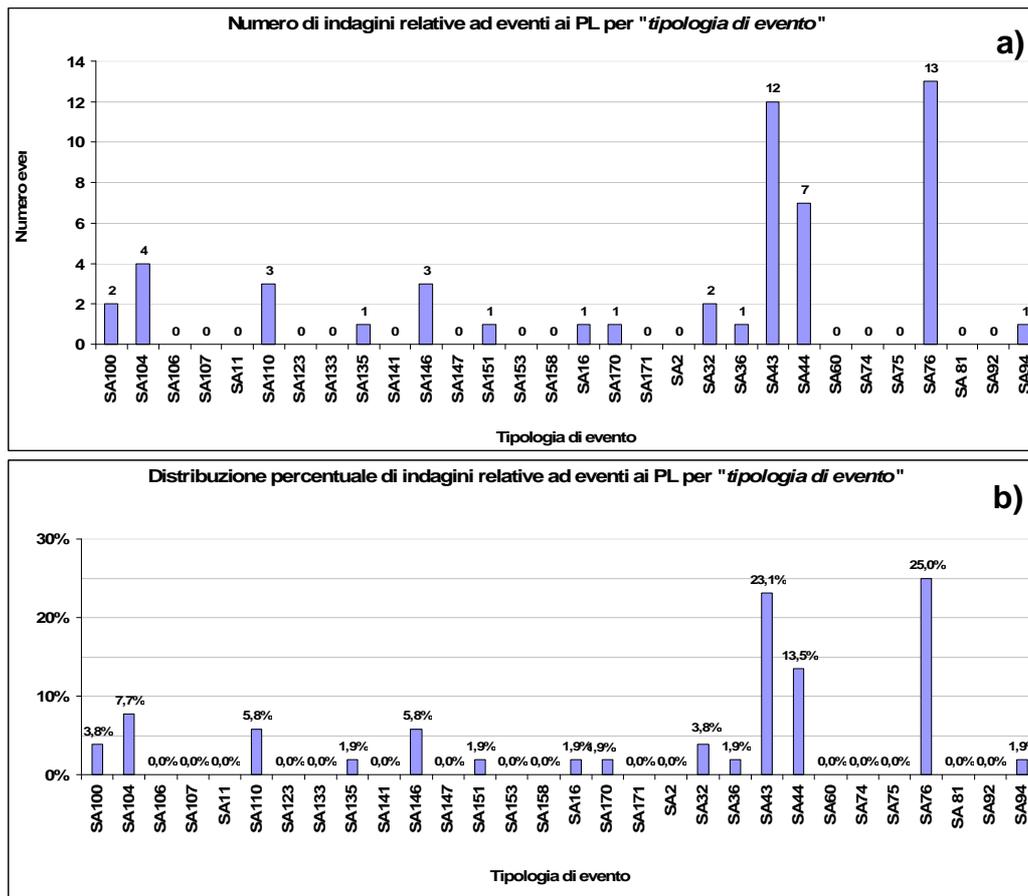


Figura 22. a) Numero di relazioni di indagine aperte su eventi ai PL per tipologia di evento. b) Distribuzione percentuale delle indagini aperte su eventi ai PL per tipologia di evento.

Dai dati della BDS di RFI, solo per l'1,3% dei casi (corrispondente a 52 eventi ai PL) risultano essere state aperte delle indagini da parte del Gestore dell'Infrastruttura¹², mentre in nessun caso è segnalata l'apertura di indagini da parte dell'Impresa Ferroviaria coinvolta negli eventi. Il 56% delle indagini avviate dal Gestore dell'Infrastruttura ha riguardato inconvenienti, il 23% ha riguardato incidenti mortali e il restante 21% ha riguardato incidenti non mortali. In riferimento alla "Tipologia di evento" si osserva che:

- il 25% delle indagini ha riguardato eventi di tipologia SA76 – P.L. privato aperto;
- il 23% delle indagini ha riguardato eventi di tipologia SA43 – PL (Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli);
- il 32,7% delle indagini ha riguardato eventi riconducibili all'indebito attraversamento di PL da parte di persone o ciclisti¹³.

¹² Al 16/08/2011 (data in cui è stato effettuato il download dei dati dalla BDS di RFI utilizzati per il presente studio), solo il 50% delle indagini avviate da RFI risultava concluso. La durata media delle indagini è stata di 53 giorni, con un minimo di 8 giorni ed un massimo di 164 giorni.

¹³ Come anticipato nelle precedenti note ⁷ e ⁸, le tipologie di evento SA104, SA110, SA146 e SA147 quando si verificano in corrispondenza di PL sono analoghe (e pertanto riconducibili) alla tipologia SA44.

2.2.2 Associazione degli eventi a PL agli impianti

Nel foglio di lavoro **Tab_2** sono state riportate tutte le progressive km dei 4.061 eventi ai PL riportati nel foglio **BancaDataSicurezza_txt** e ciascuna progressiva (purché relativa effettivamente al medesimo sito) è stata considerata una ed una sola volta. In corrispondenza di ciascuna progressiva km sono state riportate:

- manualmente
 - tutte le indicazioni di "Tratta" che compaiono nella BDS di RFI per ciascuna progressiva (colonna C)¹⁴;
 - la Regione geografica entro il cui territorio ricade il PL in questione (colonna A)¹⁵;
- in maniera quasi-automatica¹⁶ il numero di eventi, incidenti e inconvenienti.

Questa elaborazione ha permesso:

1. di individuare 1.595 PL interessati da eventi anomali (pari a poco più del 28% dei PL presenti sulla rete ferroviaria gestita da RFI) per un totale di 4.036 eventi ai PL¹⁷;
2. di associare a ciascuna progressiva km un livello di criticità, in base alle seguenti definizioni (proposte dallo scrivente):
 - a. **bassa criticità**, i.e. meno di 5 eventi anomali nel periodo di riferimento;
 - b. **media criticità**, i.e. un numero di eventi maggiore o uguale a 5 e minore di 15 nel periodo di riferimento;
 - c. **alta criticità**, i.e. un numero di eventi maggiore o uguale a 15 nel periodo di riferimento.

In Tabella 1 è indicato come i 1.595 PL interessati da eventi e/o incidenti a PL nel periodo di riferimento sono distribuiti in base al livello di criticità.

Tabella 1 – Numero di PL caratterizzati da bassa, media e alta criticità

	Numero di PL
Bassa criticità	1.468
Media criticità	105
Alta criticità	22

Nei fogli di lavoro **Tab_3_1** e **Tab_3_2**, in corrispondenza delle progressive km precedentemente identificate è calcolato, in maniera quasi-automatica¹⁶, il numero di eventi ed incidenti per ciascuna tipologia di evento.

¹⁴ Di qui è possibile verificare la mancanza di uno standard nella BDS di RFI per quanto attiene all'indicazione della "Tratta".

¹⁵ Nella BDS di RFI questa informazione è presente solo nel 43% dei casi.

¹⁶ Nei casi (28 in totale) di 2 o più siti differenti aventi lo stesso valore della progressiva km, i dati calcolati in automatico sono stati corretti manualmente.

¹⁷ Nella BDS di RFI vi sono 25 eventi a PL per i quali il valore della progressiva km non è indicato né nell'apposito campo, né nel campo "Descrizione"

Nel foglio di lavoro **Tab_4** è stata, quindi, costruita una tabella riepilogativa in cui, considerando i 4.036 eventi ai PL con progressiva km nota, per ogni "Regione" è stato calcolato:

- il numero complessivo di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL;
- il numero di morti per incidenti ai PL;
- la distribuzione percentuale di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL fra le 20 Regioni italiane;
- il numero di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL per le 5 tipologie di evento più frequenti.

In Figura 23 sono riportati i grafici (contenuti nel foglio di lavoro **Grafici_4_1**) in cui, per ciascuna delle 20 Regioni italiane, è indicato:

- a) il numero assoluto di eventi ai PL verificatosi nel periodo di riferimento;
- b) il numero assoluto di incidenti ai PL verificatosi nel periodo di riferimento.

In Figura 24 è riportata la distribuzione percentuale di eventi e di incidenti ai PL per Regione.

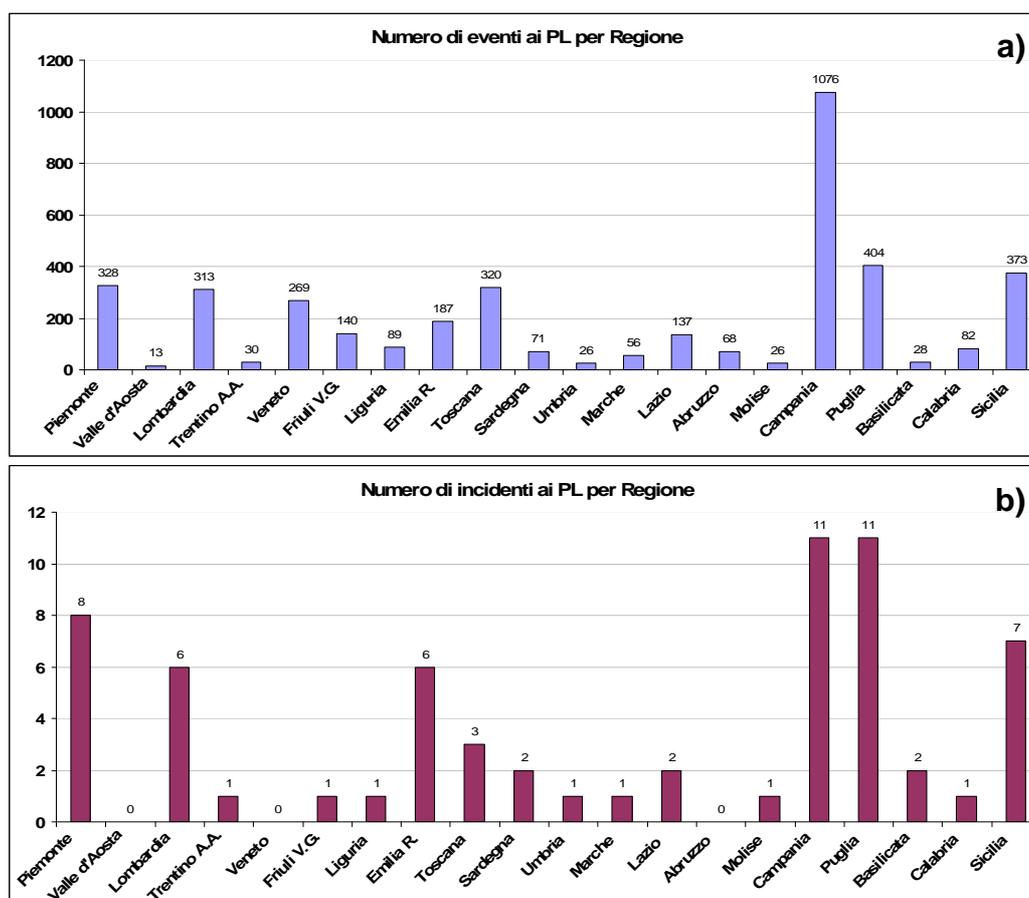


Figura 23. a) Numero di eventi ai PL [a] e di incidenti ai PL [b] per Regione.

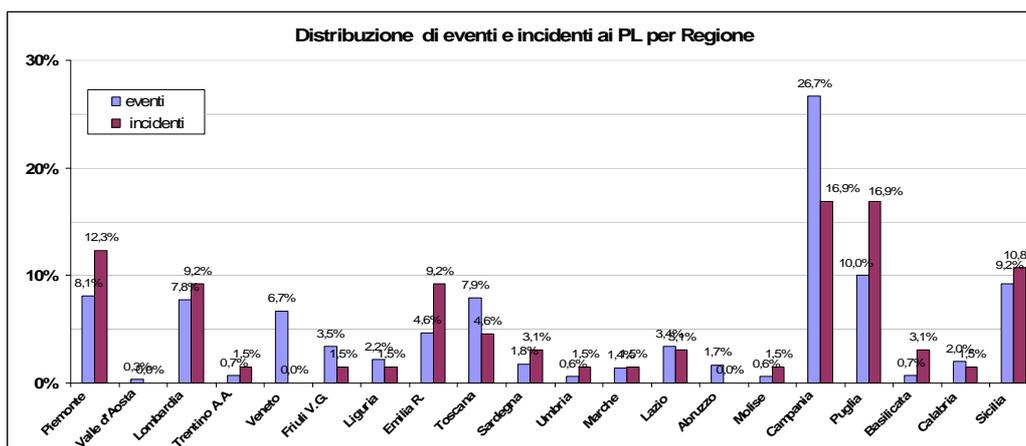


Figura 24. Distribuzione degli eventi e degli incidenti ai PL fra le Regioni

I grafici precedenti evidenziano che, nel periodo di riferimento, in Campania si è verificato il maggior numero di eventi ai PL, mentre in Campania e Puglia si è verificato il maggior numero di incidenti ai PL.

Nel grafico di Figura 25 è riportata la percentuale di incidenti per ogni Regione, da cui risulta che l'incidentalità degli eventi ai PL è sempre molto bassa e non supera quasi mai il 5% (tranne che in Basilicata, dove raggiunge il 7%); particolarmente "virtuosa" appare la situazione in Veneto, che ha un numero di eventi a PL di poco inferiore a quello di Piemonte, Lombardia e Toscana, ma ha incidentalità nulla.

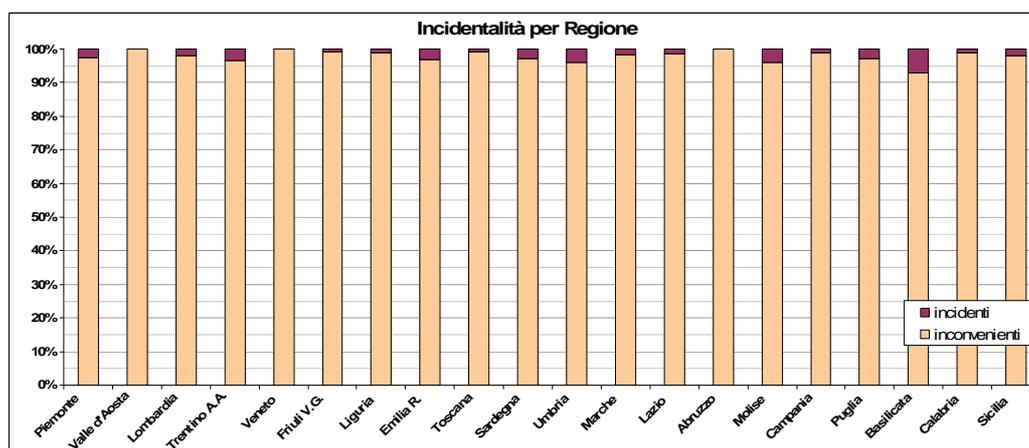


Figura 25. Percentuale di incidenti ai PL per Regione

In Figura 26 si riporta il grafico relativo al numero di morti in incidenti ai PL per ciascuna delle 20 Regioni italiane.

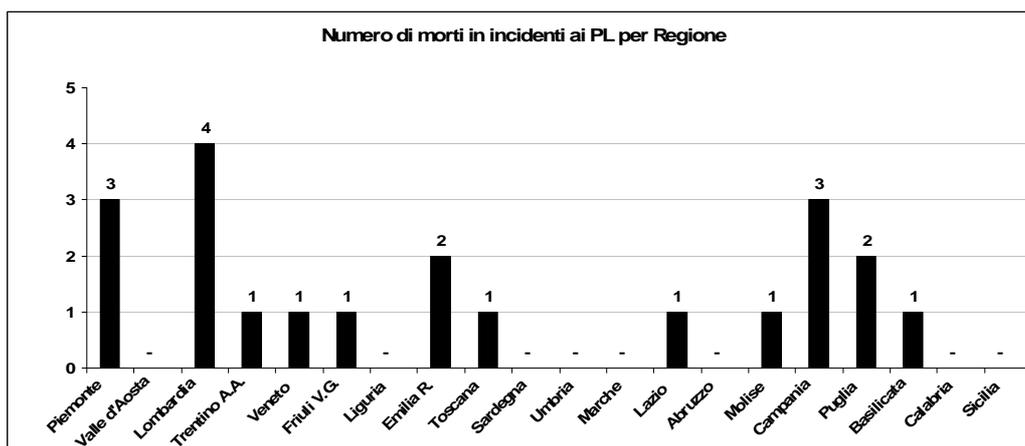


Figura 26. Numero di morti in incidenti ai PL per Regione

I grafici di Figura 23, Figura 24 e Figura 26 permettono unicamente di identificare le Regioni in cui è maggiore il numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL e il numero di morti in incidenti ai PL; queste informazioni, però, non sono di per sé sufficienti a trarre conclusioni sulle (eventuali) relazioni fra il numero di eventi (o incidenti) a PL e gli aspetti peculiari che possono incidere sulla sicurezza dei PL (es. numero complessivo di PL, numero complessivo di PL di un certo tipo, numero dei treni in circolazione, intensità del traffico stradale, densità di popolazione, etc.).

Le uniche informazioni che è stato possibile reperire¹⁸ a proposito delle Regioni riguardano l'entità del traffico ferroviario che le interessa, in termini di *treni-km* (Tabella 2).

Tabella 2 – Traffico ferroviario (espresso in treni-km) per Regione

Regione	Treni-km annui (in migliaia)	Treni-km nel periodo di riferimento (in migliaia)
Piemonte	19.900	22.353
Valle d'Aosta	1.750	1.966
Lombardia	24.563	27.591
Trentino A.A.	2.400	2.696
Veneto	17.468	19.622
Friuli V.G.	4.038	4.536
Liguria	7.300	8.200
Emilia R.	13.500	15.164
Toscana	22.300	25.049
Sardegna	3.676	4.129
Umbria	3.850	4.325
Marche	4.197	4.714
Lazio	17.000	19.096
Abruzzo	4.300	4.830
Molise	2.000	2.247
Campania	12.020	13.502
Puglia	7.700	8.649
Basilicata	2.000	2.247
Calabria	7.500	8.425
Sicilia	10.530	11.828

¹⁸ Utilizzando i dati pubblicati da RFI sul proprio sito web e relativi alle Direzioni regionali

Rapportando i dati su numero di eventi, incidenti e morti a PL presenti nella BDS di RFI ai treni-km si è calcolato, per ogni Regione, il numero relativo di eventi, incidenti e morti ai PL per treni-km.

I dati sono espressi graficamente in Figura 27, Figura 28 e Figura 29 (da confrontare, rispettivamente, con Figura 23.a), Figura 23.b) e Figura 26).

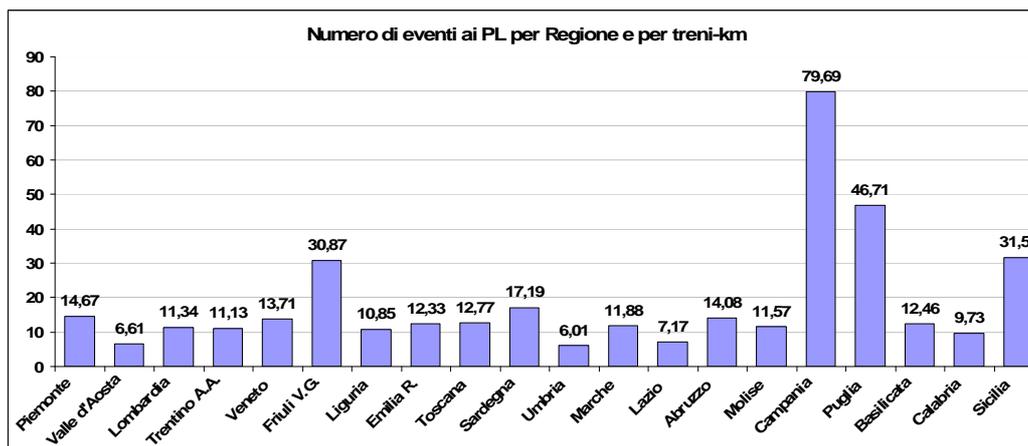


Figura 27. Numero di eventi ai PL per Regione e per milioni di treni-km

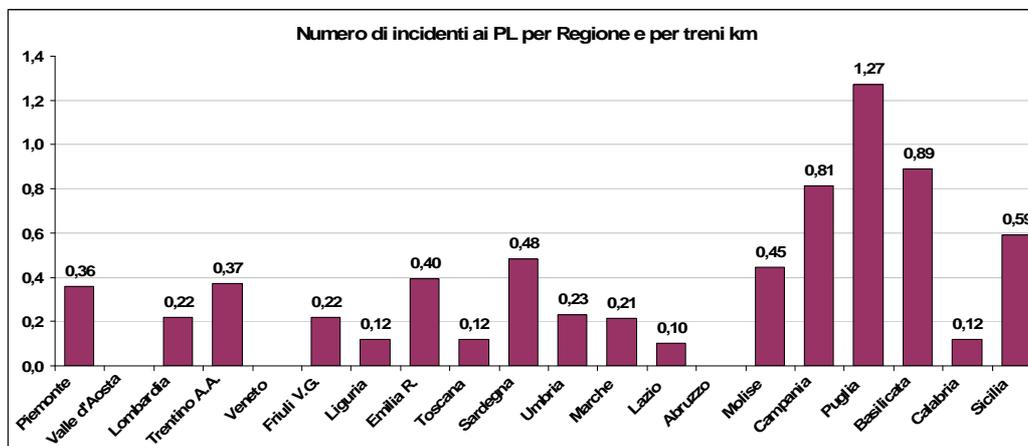


Figura 28. Numero di incidenti ai PL per Regione e per milioni di treni-km

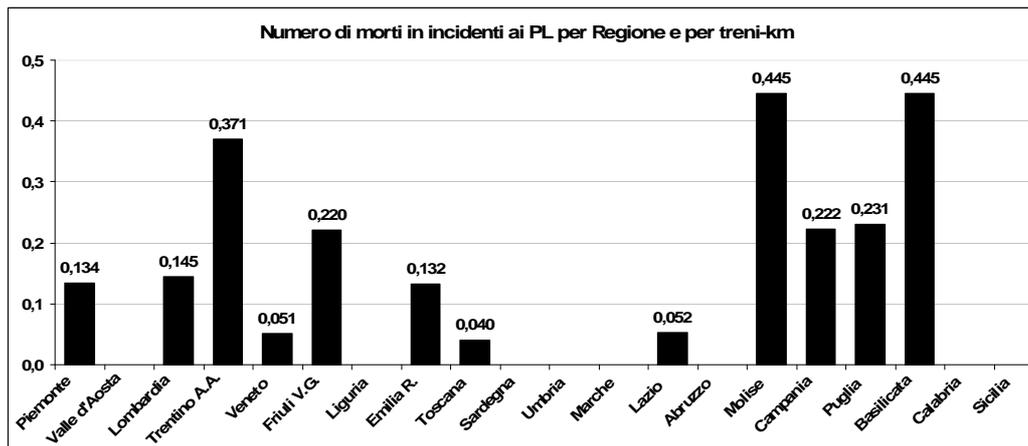


Figura 29. Numero di morti in incidenti ai PL per Regione e per milioni di treni-km

Considerando il numero relativo di eventi ai PL per treni-km, osserviamo che:

- Campania, Puglia e Sicilia presentano comunque il maggior numero di eventi (confermando quanto già emergeva dal numero assoluto di eventi ai PL);
- la situazione del Friuli V.G. risulta confrontabile con quella della Sicilia (anche se, in termini di numero assoluto di eventi ai PL, la Sicilia ha più del doppio degli eventi del Friuli V.G.) e molto peggiore di quella del Lazio (che, in termini di numero assoluto di eventi è, invece, molto simile);
- la Basilicata presenta un numero relativo di eventi ai PL confrontabile con quello di regioni (come Lombardia e Toscana) che hanno un numero assoluto di eventi a PL oltre 10 volte maggiore.

Considerando il numero relativo di incidenti ai PL per treni-km, osserviamo che:

- in Puglia si conferma (rispetto al numero assoluto di incidenti a PL) la situazione peggiore;
- la Basilicata presenta un numero relativo di incidenti ai PL per treni-km simile a quello della Campania (nonostante il numero assoluto di incidenti a PL sia 5 volte inferiore);
- il Molise (che ha un numero assoluto di incidenti a PL pari a 1) presenta lo stesso numero relativo di incidenti a PL per treni-km dell'Emilia R. (in cui il numero assoluto di incidenti a PL nel periodo di riferimento è stato di 6);
- la Lombardia, in cui si è verificato lo stesso numero assoluto di incidenti a PL che in Emilia R., presenta un numero relativo di incidenti a PL per treni-km pari alla metà di quello dell'Emilia R.

Infine, l'analisi del numero relativo di morti ai PL per treni-km indica che la situazione delle regioni Trentino A.A., Molise e Basilicata (in ciascuna delle quali si è verificato 1 morto a PL nel periodo di riferimento) è da considerare peggiore della situazione di Campania e Puglia (in cui si sono verificati, rispettivamente, 3 e 2 morti a PL nel periodo di riferimento) ed è addirittura

molto peggiore della situazione della Lombardia, in cui si è verificato il numero di morti a PL maggiore in assoluto nel periodo di riferimento.

Sarebbe stato interessante poter rapportare il numero assoluto di eventi e incidenti ai PL e di morti in incidenti ai PL al numero complessivo di PL per Regione (oltre che al numero di treni-km per Regione), ma al momento tale informazione non risulta disponibile.

2.2.3 Correlazione tra eventi e incidenti ai PL con alcune caratteristiche dei PL

Come ulteriore fase dello studio dell'incidentalità ferroviaria in corrispondenza dei PL, si era avviata la consultazione dei Fascicoli Linea di RFI al fine di determinare le caratteristiche dei PL interessati da inconvenienti e/o incidenti. In questa fase sono emerse inesattezze nei valori di alcune progressive km presenti nella BDS di RFI: tali inesattezze sono state corrette manualmente, a cascata, nei fogli di lavoro `BancaDatiSicurezza_txt`, `Tab_2`, `Tab_3_1` e `Tab_3_2`.

L'attività di consultazione dei Fascicoli Linea di RFI è risultata estremamente onerosa in termini di tempo¹⁹ ed è stata interrotta a Dicembre 2011, quando ANSF ha fornito all'investigatore incaricato l'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI.

Nel foglio di lavoro `Tab_3_3` si è mantenuta traccia delle informazioni estratte dai Fascicoli di Linea per alcune delle progressive km.

Nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI, per ciascuno dei PL censiti da RFI sono riportate le informazioni relative alla linea ferroviaria e al `compartimento` di appartenenza, oltre che i dati relativi alle seguenti caratteristiche:

- 1) modalità di chiusura del PL;
- 2) modalità di riapertura del PL;
- 3) tipo di barriere;
- 4) tipo di segnalazione lato ferrovia;
- 5) esistenza (o no) di attrezzature di sussidio alla protezione dei PL;
- 6) tipologia della linea;
- 7) tipo di segnalazione lato strada;
- 8) numero di treni/giorno;
- 9) velocità massima della linea;
- 10) tempo di chiusura dei PL.

Nel foglio di lavoro `Tab_3_4` si è realizzata la corrispondenza fra le progressive km individuate nel foglio di lavoro `Tab_2` e le informazioni sui PL contenute nell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI. In questa fase è risultato che 176 PL (pari a circa l'11% dei PL che nel

¹⁹ soprattutto perché le informazioni di "Linea Ferroviaria" e "Tratta" presenti nella BDS di RFI e riportate, rispettivamente, nella colonna K e nella colonna M del foglio di lavoro `BancaDatiSicurezza_txt` erano spesso non coerenti con le denominazioni di Linea e Tratta riportate nei Fascicoli Linea.

periodo di riferimento sono stati interessati da eventi anomali secondo i dati della BDS di RFI) non hanno corrispondente nella lista dei PL contenuta nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI, per un totale di 262 eventi, di cui 12 incidenti (corrispondenti al 18% del totale degli incidenti ai PL registrati nella BDS di RFI per il periodo di riferimento del presente studio).

Considerate le tipologie di evento che hanno caratterizzato gli eventi e gli incidenti ai PL registrati nel periodo di riferimento, si ritiene che alcune delle caratteristiche dei PL sopraelencate (i.e. modalità di riapertura del PL, tipo di segnalazione lato ferrovia e tipo di segnalazione lato strada) non influiscano sugli eventi e sugli incidenti; pertanto, nell'analisi che segue, tali caratteristiche sono state trascurate.

Analisi dati per LINEA FERROVIARIA

Nel foglio di lavoro **Tab_4** si è aggiunta la tabella riepilogativa in cui per ogni "Linea" (indicata nella colonna S del foglio di lavoro **Tab_3_4**) è stato calcolato:

- il numero di PL risultanti dalla Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI;
- il numero di PL interessati da eventi;
- il numero di PL "poco critici", "mediamente critici" e "molto critici", secondo la definizione riportata a pag. 28.

Le informazioni relative alla linea non sono utilizzabili perché molto dispersive e di poca utilità per la comprensione dei fenomeni ai PL; risulta, infatti, che le linee interessate da eventi sono 163 e di queste:

- 110 linee presentano unicamente PL "poco critici";
- 2 linee presentano unicamente PL "mediamente critici";
- 39 linee presentano PL "poco critici" e PL "mediamente critici";
- 4 linee presentano PL "poco critici" e PL "molto critici";
- 8 linee presentano PL "poco critici", PL "mediamente critici" e PL "molto critici".

Sembra non esserci una relazione diretta fra il numero di PL presenti su una linea e la presenza (o meno) di PL "critici" sulla stessa linea, poiché i dati indicano che:

- i PL "molto critici" si trovano non solo su linee con numerosi PL (i.e. linea SIBARI (I) – MELITO (I), con ben 84 PL in tutto), ma anche su linee con pochi PL (i.e. linea PISA-ROMA, con 9 PL in tutto);
- la linea CODOGNO - MANTOVA – MONSELICE, che ha in assoluto il maggior numero di PL (170) presenta una percentuale di PL critici del 30,6%²⁰ e una media di 0,5 eventi/PL nel periodo di riferimento; viceversa, fra le linee con meno PL, la linea MILANO LAMBRATE – VENEZIA (3 PL in tutto) presenta una percentuale di PL critici del 100% e una media di 1,33 eventi/PL nel periodo di riferimento.

²⁰ 52 PL critici di cui 50 PL "poco critici" e 2 PL "mediamente critici"

Analisi dati per COMPARTIMENTO

Utilizzando le informazioni sul "Compartimento" (indicato nella colonna R del foglio di lavoro Tab_3_4), nel foglio di lavoro Tab_4 si è aggiunta una tabella che riporta, per ognuno dei 15 compartimenti in cui è suddivisa la rete ferroviaria gestita da RFI, le seguenti indicazioni:

- a) il numero complessivo di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL;
- b) la distribuzione percentuale di eventi, inconvenienti e incidenti fra i compartimenti;
- c) il numero di morti per incidenti ai PL;
- d) l'incidentalità per compartimento¹¹;
- e) il numero di eventi, inconvenienti e incidenti per le 5 tipologie di evento più frequenti.

Come già discusso in precedenza, il numero assoluto di eventi ai PL non è di per sé significativo; sfruttando le informazioni contenute nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI si è, pertanto, scelto di utilizzare il *numero di PL per compartimento* come *fattore di scala* rispetto al quale normalizzare i dati statistici grezzi relativi ad ogni compartimento. Alle precedenti indicazioni da a) ad e) sono, quindi, state aggiunte le seguenti:

- f) il numero relativo di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL normalizzato al numero complessivo di PL per compartimento;
- g) la percentuale di PL "poco critici", "mediamente critici" e "molto critici" rispetto al numero complessivo di PL per compartimento.

In Figura 30, per i 4.034 eventi ai PL ai quali è stato possibile associare il corretto PL fra quelli riportati nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI²¹, è riportato:

- a) il numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL verificatosi in ciascun compartimento nel periodo di riferimento;
- b) la quota relativa di eventi e di incidenti ai PL per compartimento.

Da Figura 30 si traggono risultati del tutto coerenti con quelli di Figura 23 (pur non essendovi una corrispondenza biunivoca fra le Regioni e i Compartimenti).

²¹ Nella BDS di RFI vi sono 262 eventi a PL che non sono riconducibili a nessuno dei 5.637 PL riportati nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI

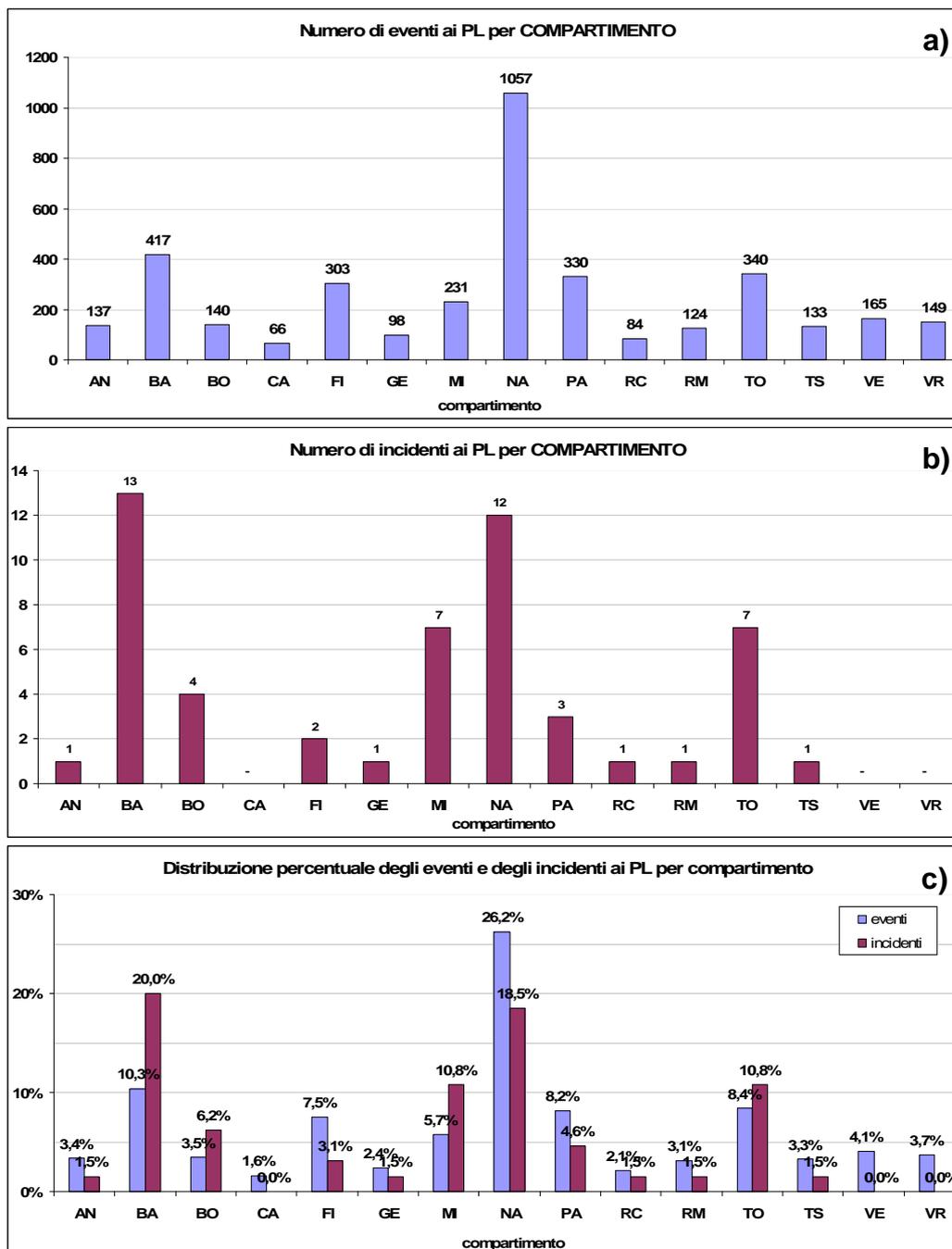


Figura 30. a) Numero di eventi ai PL per *compartimento*. b) Numero di incidenti ai PL per *compartimento*. c) Distribuzione degli eventi e degli incidenti ai PL fra i compartimenti.

Normalizzando il numero di eventi e di incidenti ai PL per compartimento rispetto al numero di PL per compartimento (ref. Figura 4.a)) si ottiene il grafico di Figura 31, in cui si osserva che:

- il compartimento di Napoli risulta comunque quello in cui si verifica il maggior numero di eventi/PL, ma se si considera il numero di incidenti/PL il compartimento peggiore risulta essere quello di Bari (immediatamente seguito da quello di Napoli);

- il compartimento di Genova, che dai grafici di Figura 30 risulta avere un numero assoluto piuttosto contenuto di eventi, presenta il secondo maggior numero di eventi/PL;
- i compartimenti più "virtuosi" dal punto di vista del numero di eventi/PL risultano quelli di Torino, Milano, Cagliari e Ancona;
- i compartimenti più "virtuosi" dal punto di vista del numero di incidenti/PL risultano quelli di Verona, Venezia e Cagliari.

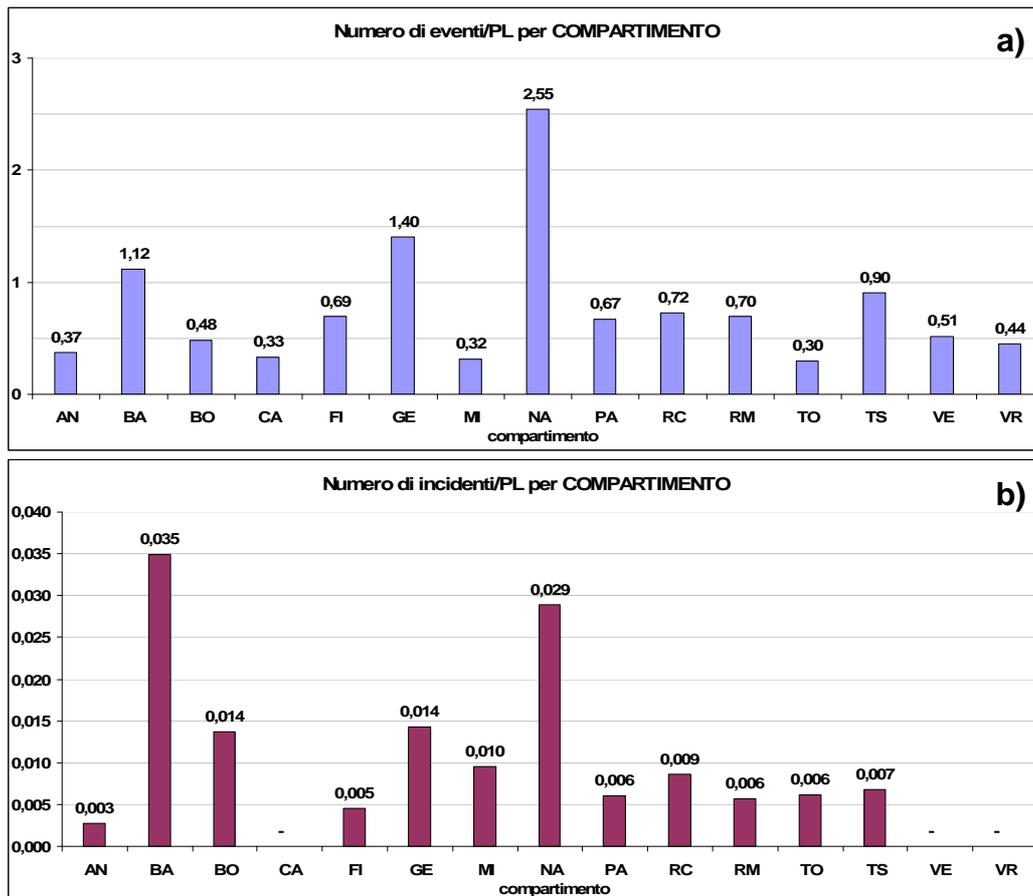


Figura 31. a) Numero di eventi/PL per *compartimento*. b) Numero di incidenti/PL per *compartimento*.

In Figura 32.a) si trova il grafico del numero di morti in incidenti a PL per compartimento (evidentemente analogo al grafico di Figura 26), mentre in Figura 32.b) si è calcolato il numero di morti in incidenti a PL normalizzato al numero di PL per compartimento.

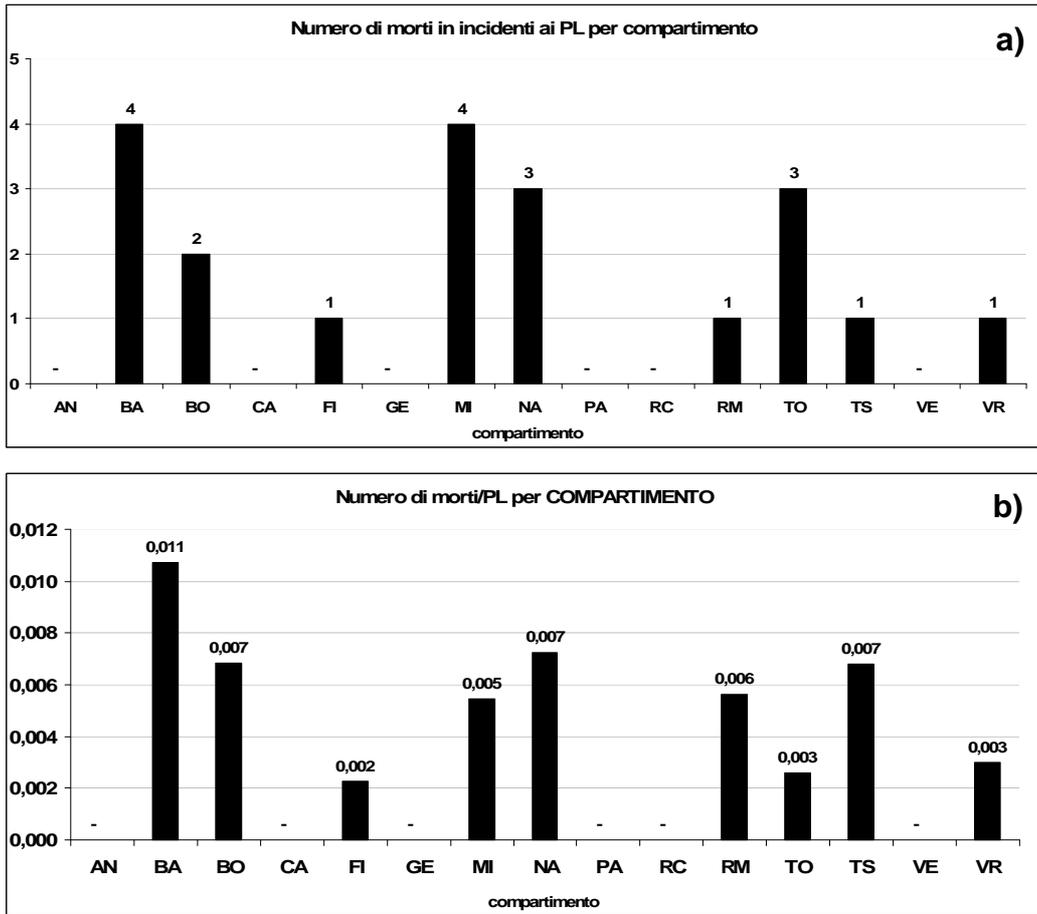


Figura 32. a) Numero di morti in incidenti ai PL per *compartimento*. b) Numero di morti in incidenti ai PL per *compartimento* normalizzato al numero di PL per *compartimento*

Nel grafico di Figura 33 è riportata l'incidentalità per ogni compartimento, che risulta direttamente da Figura 30.a), ma dipende dalla tipologia di eventi ai PL che si verificano in ogni compartimento.

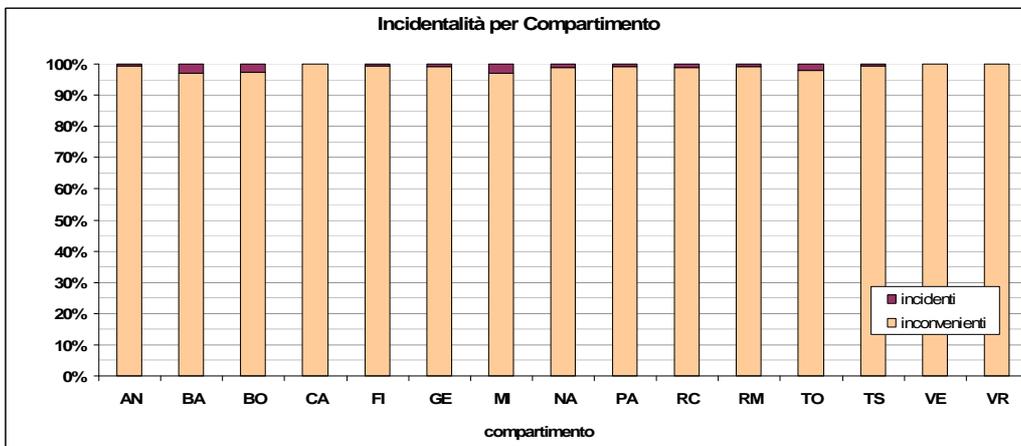


Figura 33. Percentuale di incidenti ai PL per *compartimento*

Nei grafici da Figura 34 a Figura 38 sono considerate, separatamente, le 5 tipologie di evento statisticamente più significative.

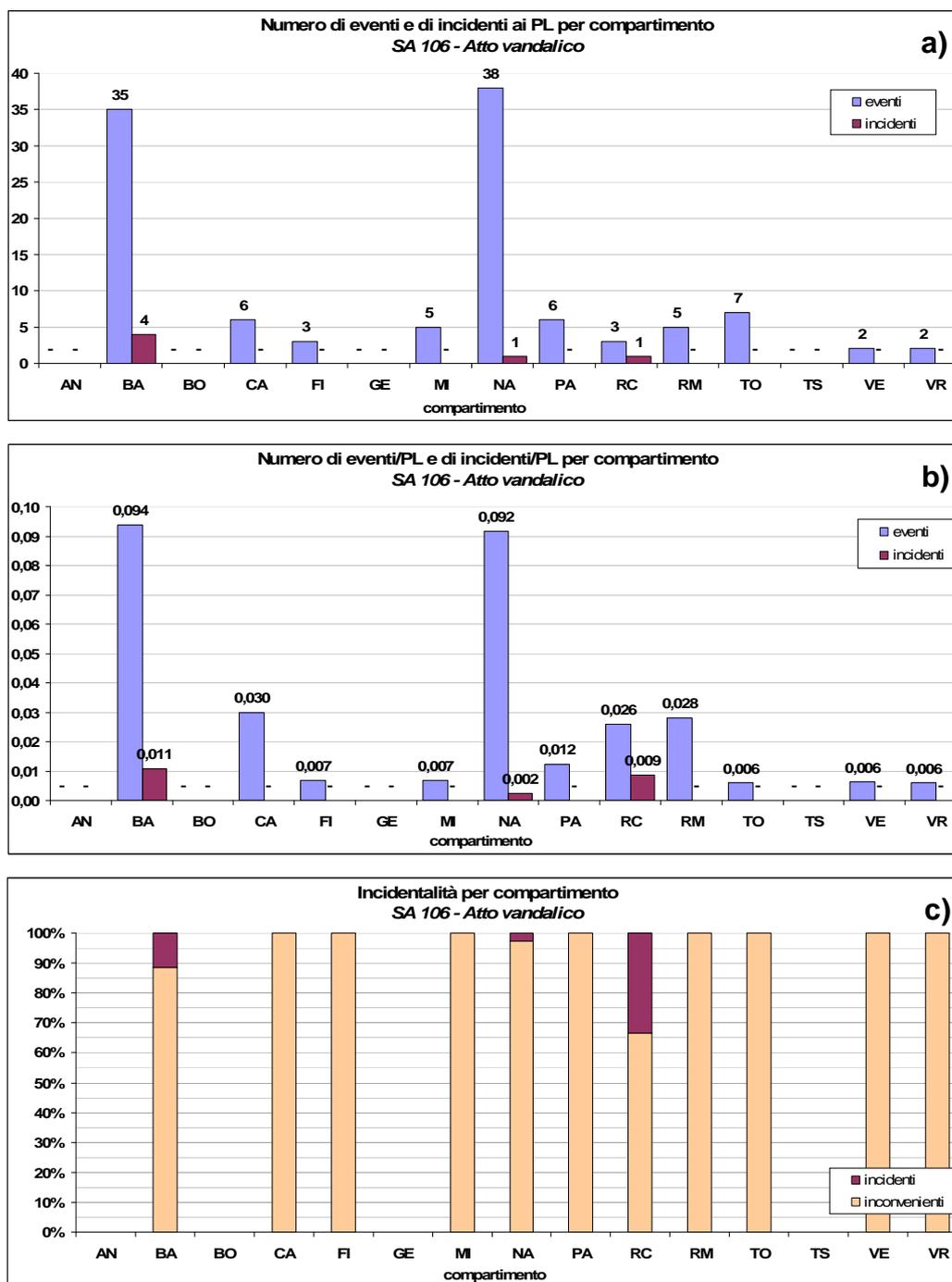


Figura 34. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per compartimento. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per compartimento. c) Incidentalità della tipologia SA106 per compartimento.

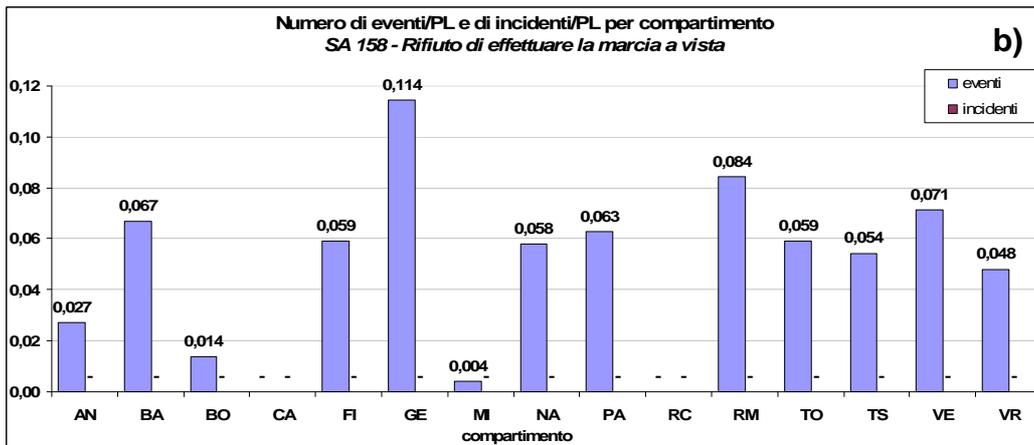
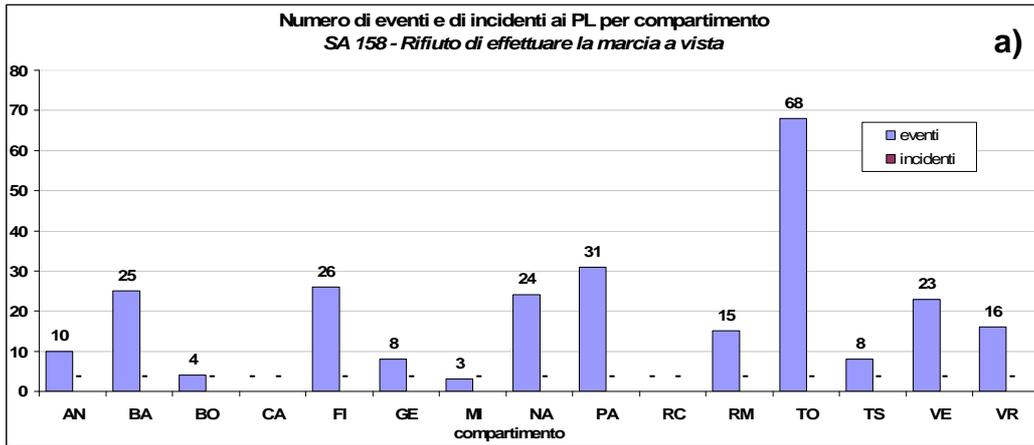


Figura 35. a) Numero di eventi e incidenti di tipologia SA158 per compartimento. b) Media di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per compartimento.

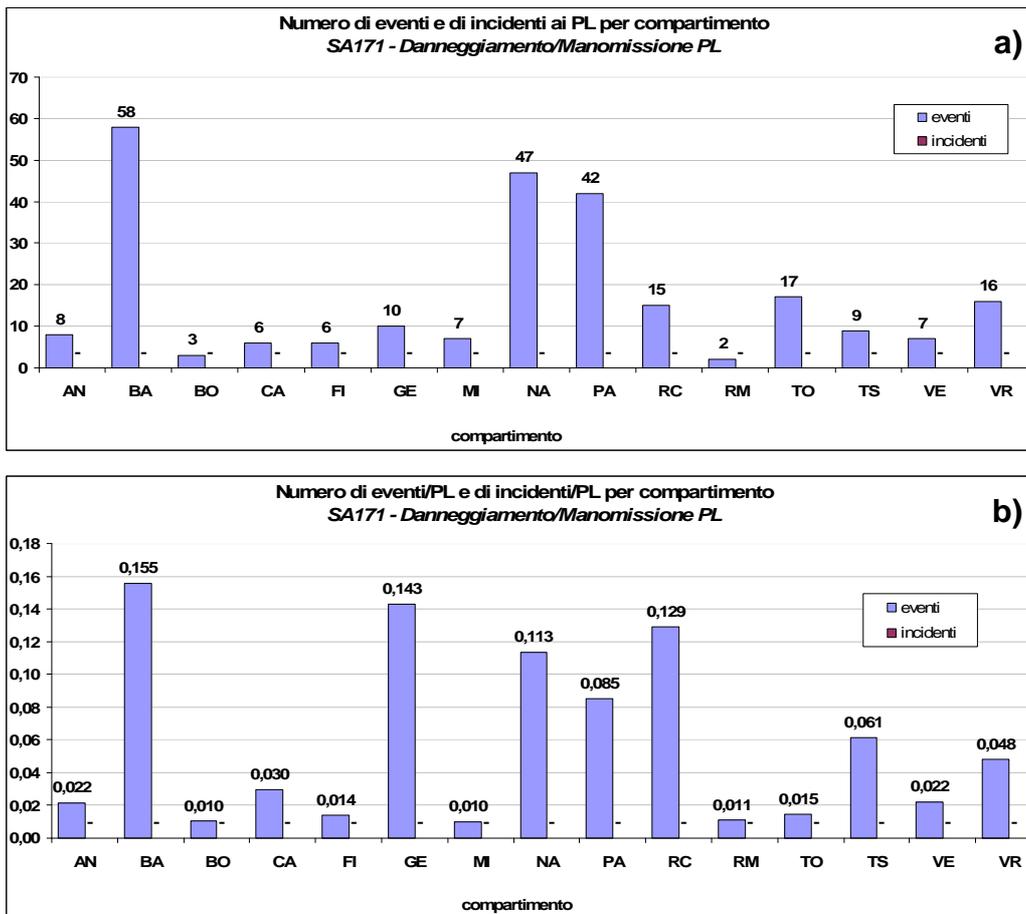


Figura 36. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per *compartimento*. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per *compartimento*.

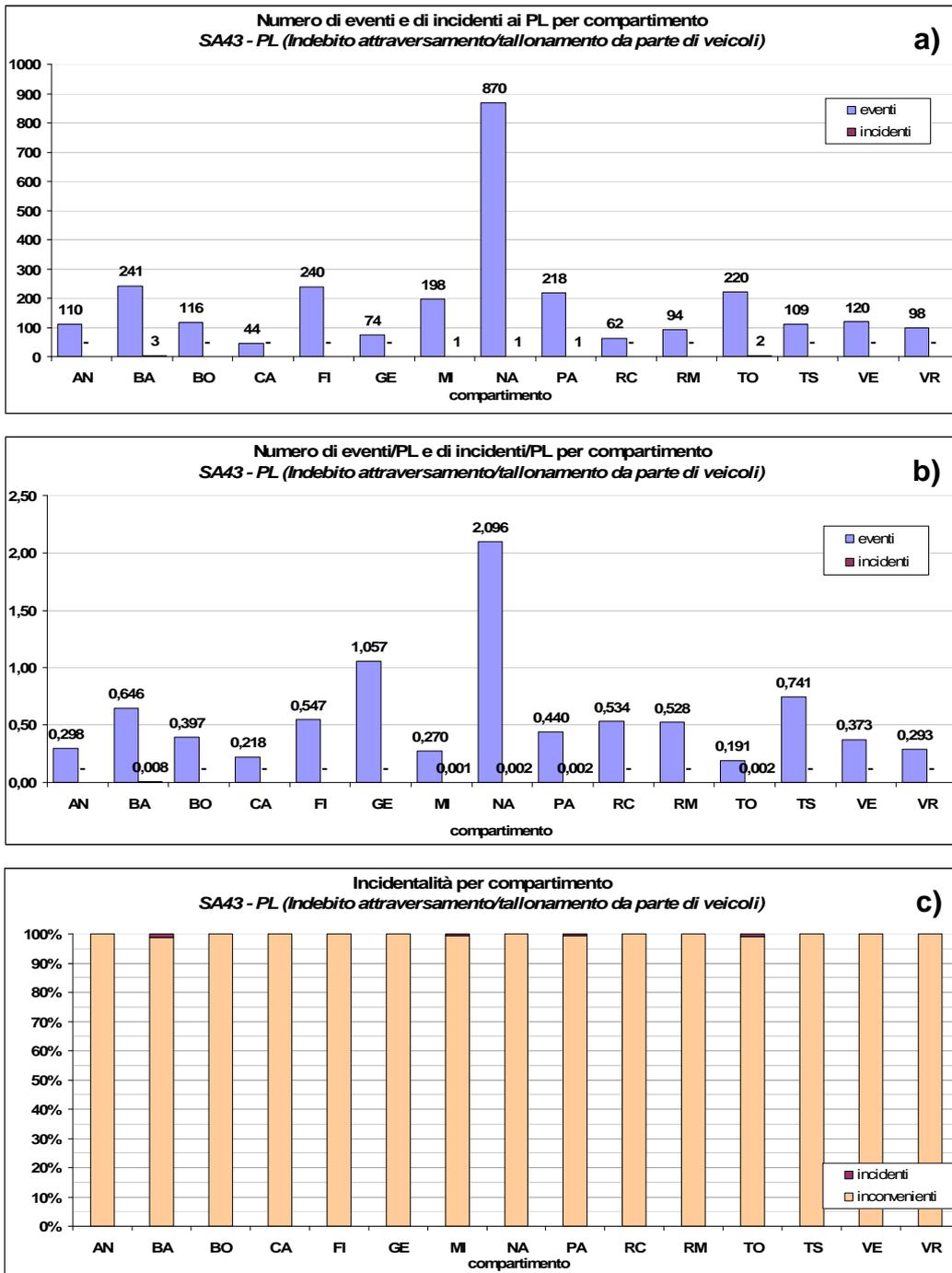


Figura 37. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per compartimento. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per compartimento. c) Incidentalità della tipologia SA43 per compartimento.

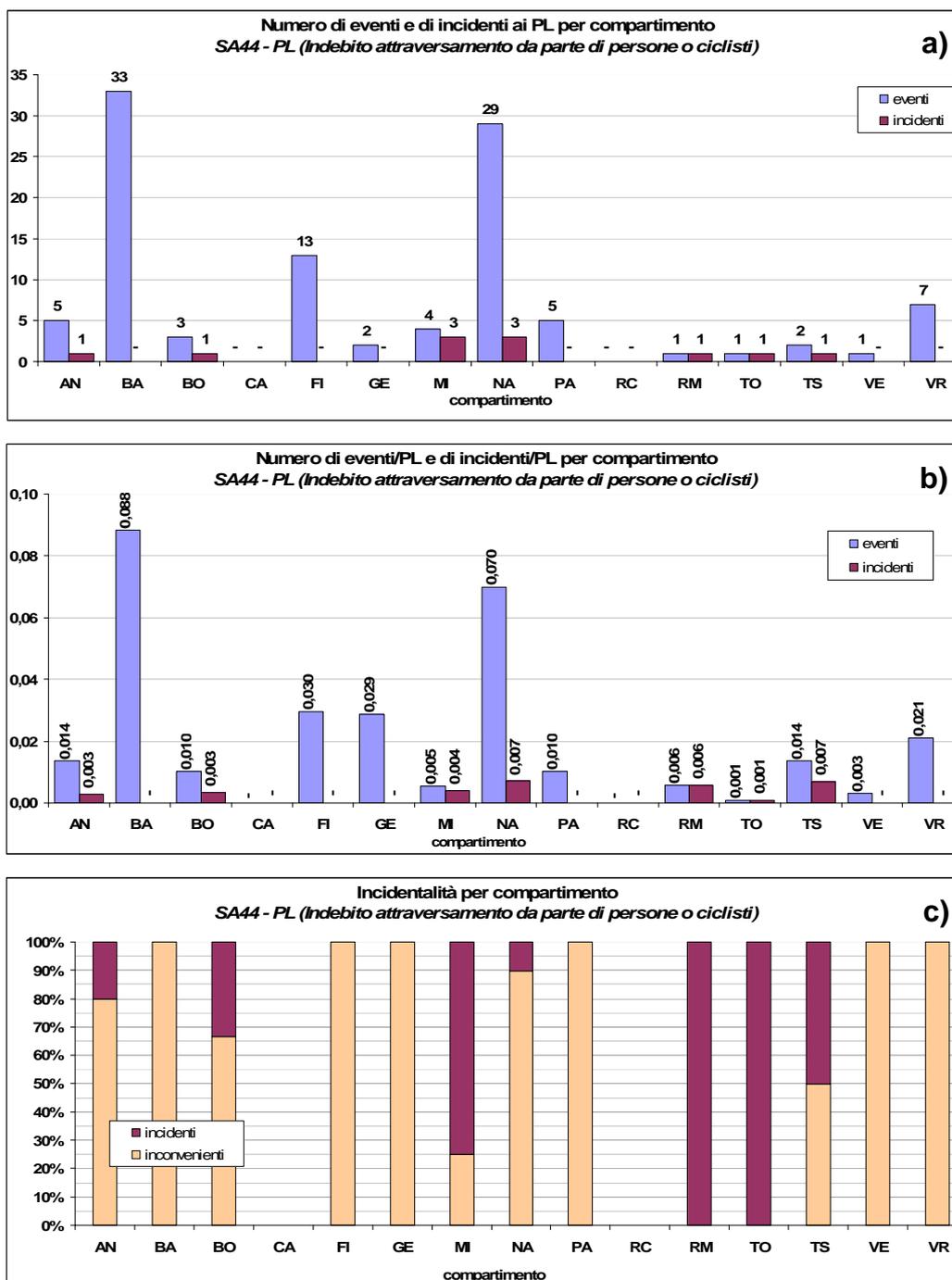


Figura 38. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per compartimento. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per compartimento. c) Incidentalità della tipologia SA44 per compartimento.

Dai grafici precedenti risulta che:

- eventi riconducibili alla tipologia SA106 - *Atto vandalico* hanno interessato 9 compartimenti su 15 con una frequenza più elevata nei compartimenti di Bari e Napoli; in 3 dei 9 compartimenti gli eventi di tipo SA106 hanno dato luogo ad incidenti;
- eventi riconducibili alla tipologia SA158 - *Rifiuto di effettuare Marcia a vista* hanno

interessato 13 compartimenti su 15; non vi sono evidenti differenze fra i compartimenti, se non un picco (nel numero relativo di eventi/PL) in corrispondenza del compartimento di Genova e un minimo per il compartimento di Milano;

- tutti i compartimenti sono stati interessati da eventi di tipologia SA171 – *Danneggiamento/Manomissione PL* e i compartimenti di Bari, Genova, Napoli e Reggio Calabria presentano il maggior numero di eventi/PL;
- tutti i compartimenti sono stati interessati dalla tipologia di evento SA43 – *PL (Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli)*, ma il maggior numero di eventi/PL riguarda il compartimento di Napoli seguito da quello di Genova; il compartimento di Torino presenta il minor numero di eventi/PL; il numero di incidenti/PL è pressoché identico per tutti i 5 compartimenti che ne sono interessati (Bari, Milano, Napoli, Palermo e Torino).
- tutti i compartimenti sono stati interessati da eventi di tipologia SA44 – *PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti)*, tranne quelli di Cagliari e Reggio Calabria; il maggior numero di eventi/PL riguarda il compartimento di Bari seguito da quello di Napoli; il compartimento di Torino presenta il minor numero di eventi/PL; per i 7 compartimenti interessati da incidenti (Ancona, Bologna, Milano, Napoli, Roma, Torino e Trieste), il numero minore di incidenti/PL riguarda il compartimento di Torino e il maggiore riguarda i compartimenti di Napoli e Trieste.

In Figura 39 è riportata la percentuale di PL “poco critici”, “mediamente critici” e “molto critici” per compartimento, rispetto al numero di PL per compartimento.

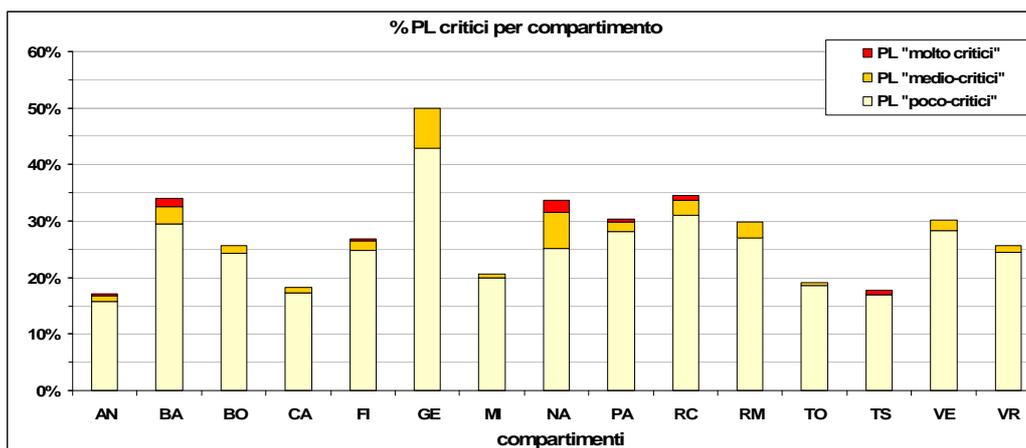


Figura 39. Percentuale di PL “poco critici”, “mediamente critici” e “molto critici” per compartimento, rispetto al numero di PL per compartimento

Emergono alcuni dati interessanti:

- il compartimento di *Napoli* (che ha il maggior numero di eventi ai PL, come risulta da Figura 30.a)) ha una percentuale di PL critici confrontabile con le percentuali di PL critici

di compartimenti che presentano un numero di eventi a PL molto minore (i.e. Bari, Reggio Calabria, Venezia, Palermo e Roma), il che indica che nel compartimento di Napoli gli eventi ai PL sono piuttosto "concentrati" in corrispondenza di alcuni PL;

- il compartimento di *Genova* (che ha un numero di eventi ai PL fra i più bassi, con *Cagliari* e *Reggio Calabria*) ha la più alta percentuale di PL critici, il che indica che nel compartimento di Genova i (relativamente) pochi eventi ai PL sono "distribuiti" fra molti PL.

Analisi dati per MODALITÀ DI CHIUSURA PL

Utilizzando le informazioni relative al campo "tipologia del PL" (indicato nella colonna T del foglio di lavoro **Tab_3_4**), nel foglio di lavoro **Tab_4** si è aggiunta una tabella che riporta, per ogni modalità di chiusura dei PL, le quantità da a) ad e) elencate illustrando l'*analisi dati per COMPARTIMENTO* (ref. pag.36); inoltre, utilizzando il *numero di PL per modalità di chiusura* (ref. Figura 5.a)) come *fattore di scala* rispetto al quale normalizzare i dati statistici grezzi è stato calcolato anche:

- f) il numero di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL normalizzato al numero di PL per modalità di chiusura;
- g) la percentuale di PL "poco critici", "mediamente critici" e "molto critici" rispetto al numero di PL per modalità di chiusura.

Nei grafici di Figura 40 è riportato:

- a) il numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per *modalità di chiusura PL*,
- b) la distribuzione di eventi e di incidenti ai PL fra le varie *modalità di chiusura PL*,

da cui risulta che:

- i PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* e con *chiusura tramite apparato centrale* si dividono (pressoché equamente) circa il 90% degli eventi ai PL e circa l'80% degli incidenti ai PL (in questo caso, i PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* contribuiscono con una percentuale di incidenti che è di poco superiore a quella che caratterizza i PL con *chiusura tramite apparato centrale*);
- ai PL con *chiusura manuale da parte di un operatore* e ai PL *senza dispositivi di sicurezza o privati* non sono segnalati incidenti;
- un contributo non trascurabile agli incidenti ai PL proviene dai PL con modalità di chiusura *altro*, sui quali, peraltro, viene segnalato il minor numero assoluto di eventi a PL.

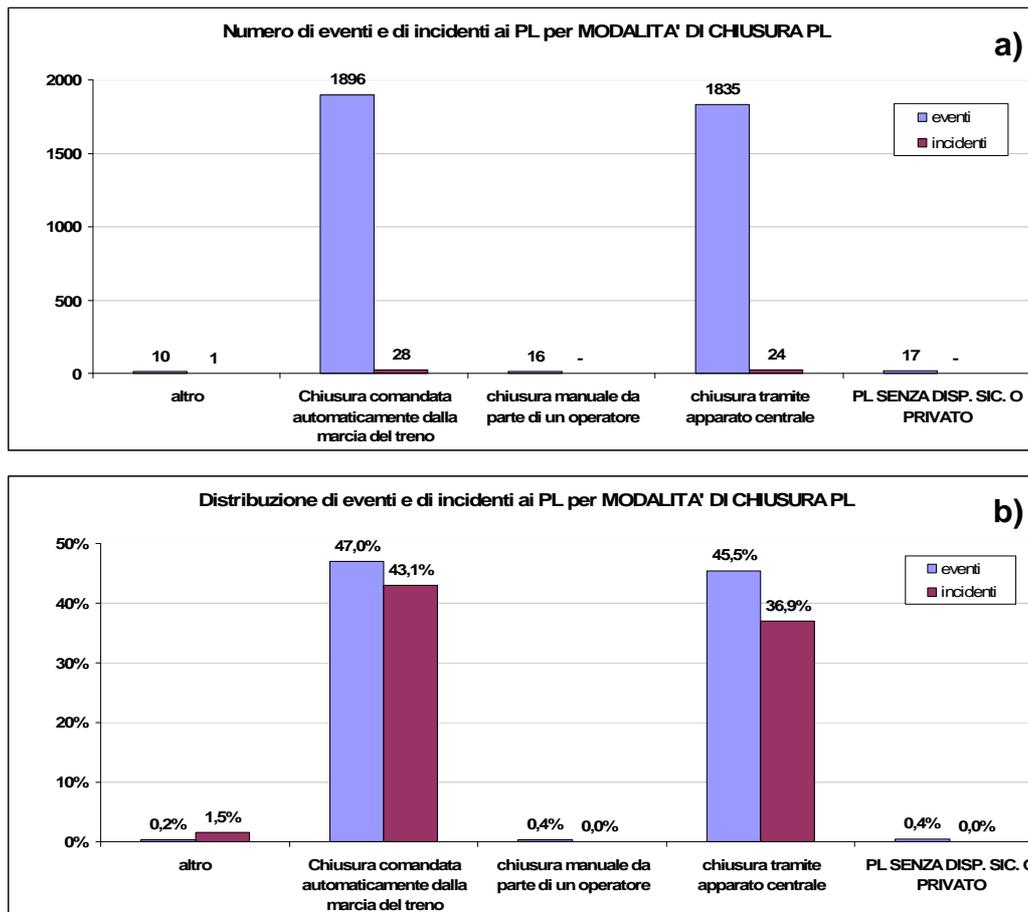


Figura 40. a) Numero di eventi e di incidenti ai PL per modalità di chiusura PL. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per modalità di chiusura PL.

L'assenza di incidenti per i PL con *chiusura manuale da parte di un operatore* si potrebbe spiegare con il fatto che, in caso di anomalie durante la chiusura del PL, l'operatore che movimentata il PL può comunicare rapidamente con il treno in arrivo o con il DM, riuscendo ad evitare il peggio, mentre per i *PL senza dispositivi di sicurezza o privati* l'assenza di incidenti è dovuta, con molta probabilità, al fatto che il traffico pedonale e/o veicolare che caratterizza questo tipo di PL è generalmente molto inferiore a quello atteso in corrispondenza di altri PL, per cui l'interferenza con il traffico ferroviario è molto ridotta.

Il ridotto numero di eventi segnalati ai PL con modalità di chiusura *altro* si spiega con il fatto che questi PL sono, di fatto, *PL senza barriere*, pertanto è altamente probabile che molti degli eventi a PL (in particolare quelli riconducibili alle tipologie SA43 - PL (*Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli*) e SA44 - PL (*Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*)) non vengano segnalati se non quando avvengono nell'immediata prossimità del transito del treno²².

²² Unica condizione, questa, in cui possono essere visti (e quindi comunicati) dal PdC dei treni.

Considerando il numero complessivo di PL per *modalità di chiusura PL* si ottiene il grafico di Figura 41.

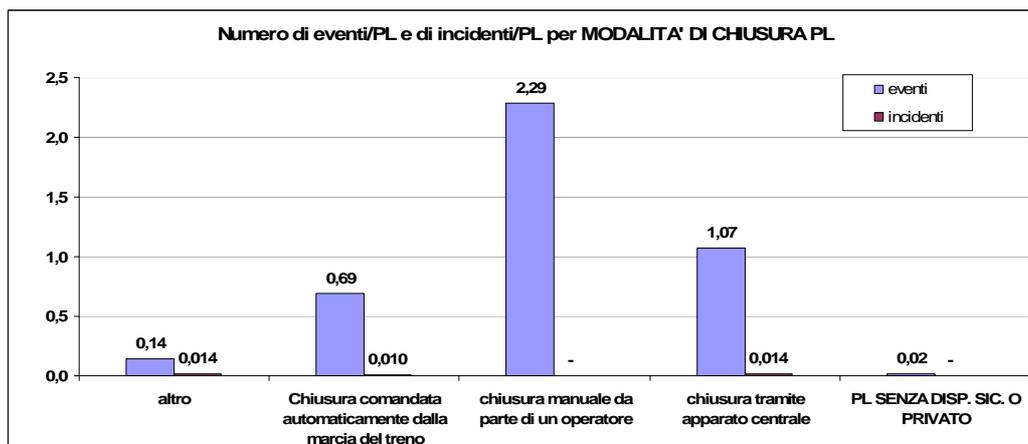


Figura 41. Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per modalità di chiusura PL

Si osserva che:

- i PL maggiormente soggetti ad eventi sono quelli con *chiusura manuale da parte di un operatore*, in corrispondenza dei quali, però, non si verificano incidenti;
- tutti i PL comandati a distanza (i.e. PL con *chiusura tramite apparato centrale*, PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* e PL con modalità di chiusura *altro*) presentano un numero di incidenti/PL molto simile tra loro;
- i PL con *chiusura tramite apparato centrale* hanno un numero di eventi/PL molto maggiore sia del numero di eventi/PL dei PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* (che pure sono i più numerosi in assoluto sulla rete RFI, cfr. Figura 5), sia dei PL con modalità di chiusura *altro*;
- il valore più basso di eventi/PL riguarda i *PL senza dispositivi di sicurezza o privati* (interessati nell'80% dei casi da eventi di tipo SA76 – *P.L. privato aperto* e nel restante 20% dei casi da eventi di tipo SA43 – *PL (Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli)*).

A margine di queste constatazioni, va aggiunto che il maggior numero di eventi/PL che caratterizza i PL con *chiusura manuale da parte di un operatore* rispetto ai PL comandati a distanza non deriva necessariamente dal fatto che i PL con *chiusura manuale da parte di un operatore* siano maggiormente soggetti ad eventi anomali, ma potrebbe essere legato al fatto che in corrispondenza dei PL con *chiusura manuale da parte di un operatore* la presenza di personale in loco fa sì che tutti gli eventi anomali che accadono siano segnalati, mentre in corrispondenza dei PL comandati a distanza è altamente probabile che molti degli eventi anomali che si verificano non possano essere accertati.

Dall'analisi del grafico relativo al numero dei morti in incidenti ai PL (Figura 42), risulta che il 60% dei 18 morti verificatisi ai PL per i quali è stato possibile trovare una corrispondenza con i dati della Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI ha interessato PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* e il restante 40% ha interessato PL con *chiusura tramite apparato centrale*; in entrambi i casi, rapportando il numero dei morti al numero complessivo dei PL di ciascuna tipologia si ottiene che le due tipologie di PL possono essere considerate equivalenti.

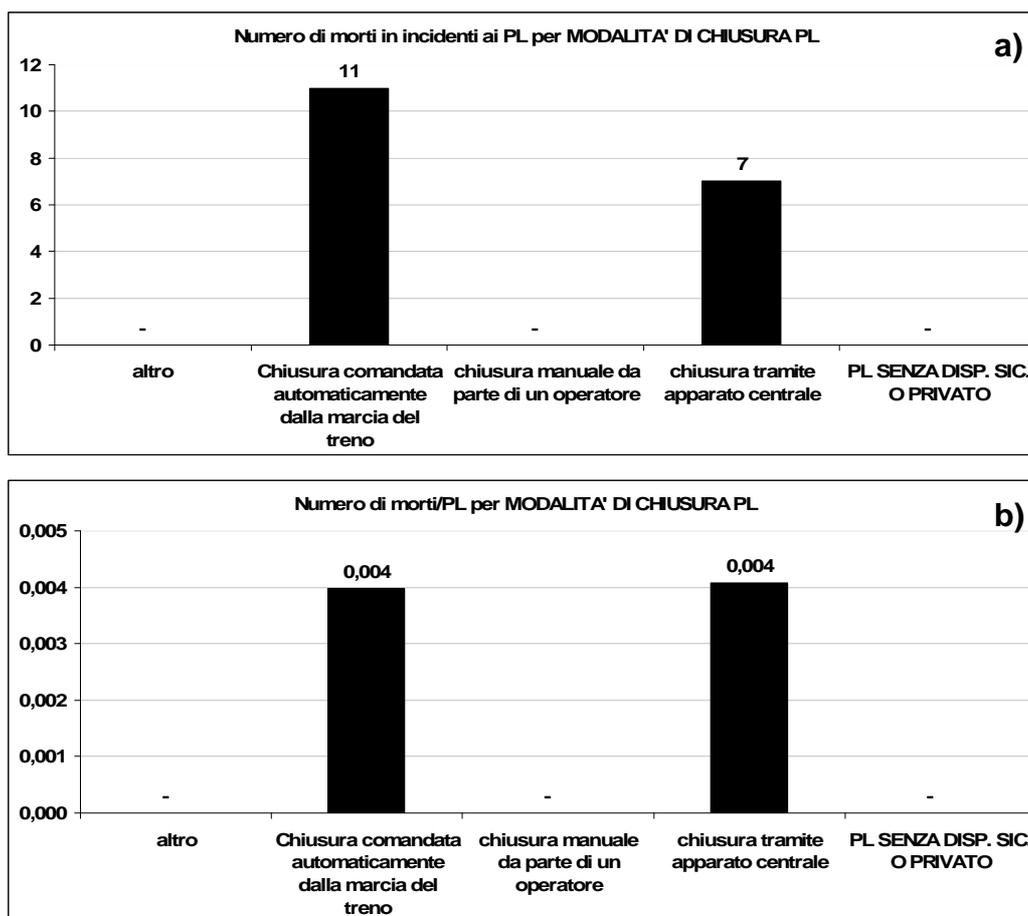


Figura 42. a) Numero assoluto di morti in incidenti ai PL per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di morti in incidenti ai PL per modalità di chiusura PL

In linea generale, l'assenza di incidenti mortali ai PL con *chiusura manuale da parte di un operatore* (che pure, in proporzione al loro numero, sono più spesso interessati da eventi e incidenti) si potrebbe spiegare con la medesima considerazione già espressa a proposito dell'assenza di incidenti (i.e. in caso di anomalie durante la chiusura del PL, l'operatore che movimentava il PL può comunicare rapidamente con il treno in arrivo o con il DM, riuscendo ad evitare il peggio). Il maggior numero assoluto di morti a PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* rispetto a quelli con *chiusura tramite apparato centrale* dipende unicamente dal fatto che i primi, con *chiusura comandata automaticamente*

dalla marcia del treno, sono più numerosi sulla rete ferroviaria gestita da RFI, per cui è più probabile che incidenti mortali interessino proprio questa tipologia di PL.

Nel grafico di Figura 43 è riportata l'incidentalità dei PL, secondo la *modalità di chiusura* che li caratterizza.

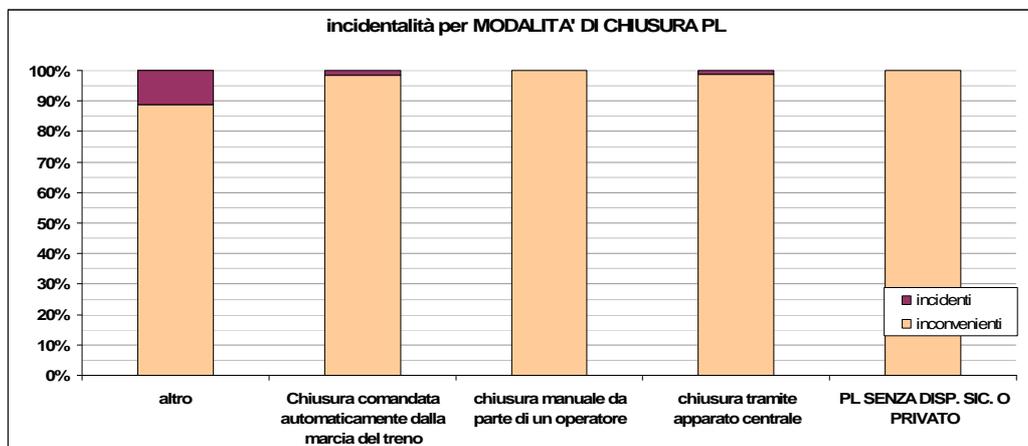


Figura 43. Incidentalità per modalità di chiusura PL

Dal grafico risulta che i PL con modalità di chiusura *altro* presentano la maggiore incidentalità (poco più del 10%), mentre le altre due tipologie di PL comandate a distanza (i.e. PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* e PL con *chiusura tramite apparato centrale*) hanno un'incidentalità inferiore al 5%.

I PL senza dispositivi di sicurezza o privato e i PL con *chiusura manuale da parte di un operatore* hanno incidentalità nulla.

Nei grafici da Figura 44 a Figura 48 sono considerate, separatamente, le 5 tipologie di evento statisticamente più significative.

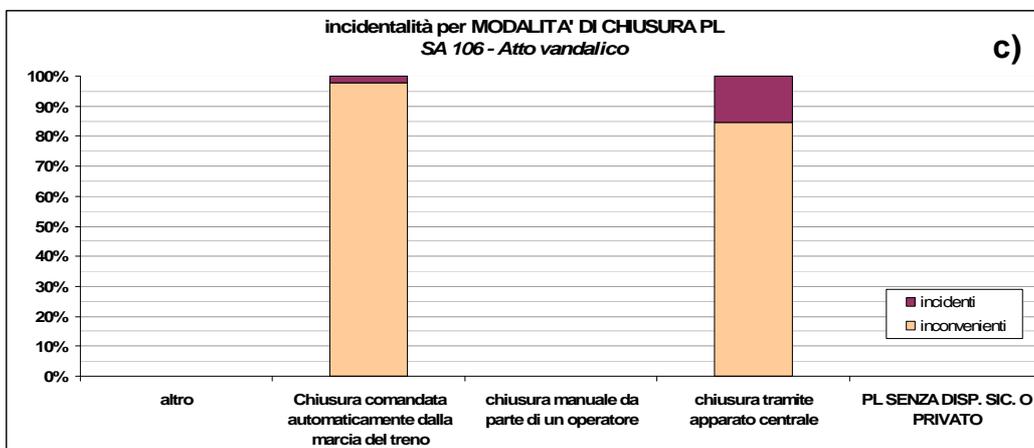
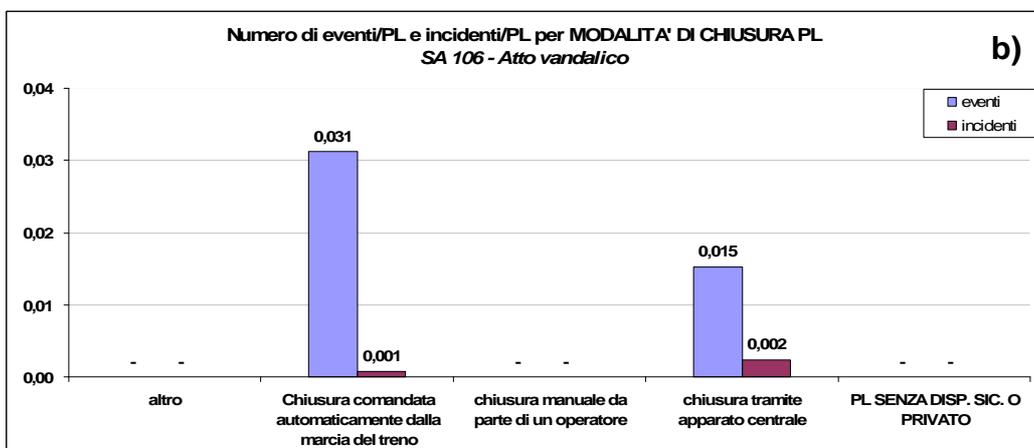
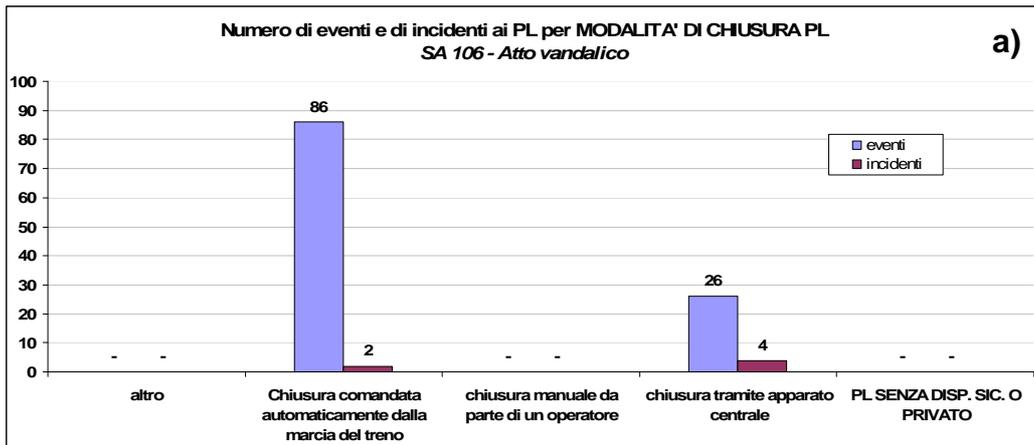


Figura 44. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per modalità di chiusura PL. c) Incidentalità della tipologia SA106 per modalità di chiusura PL.

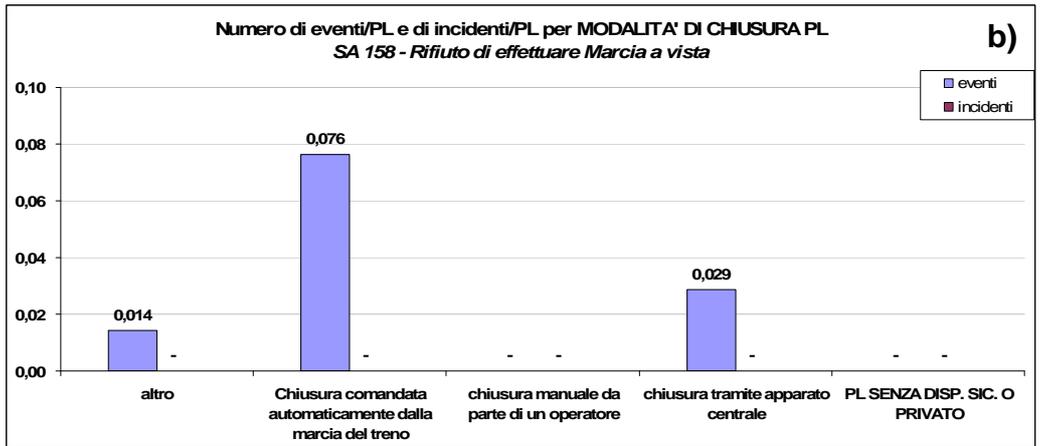
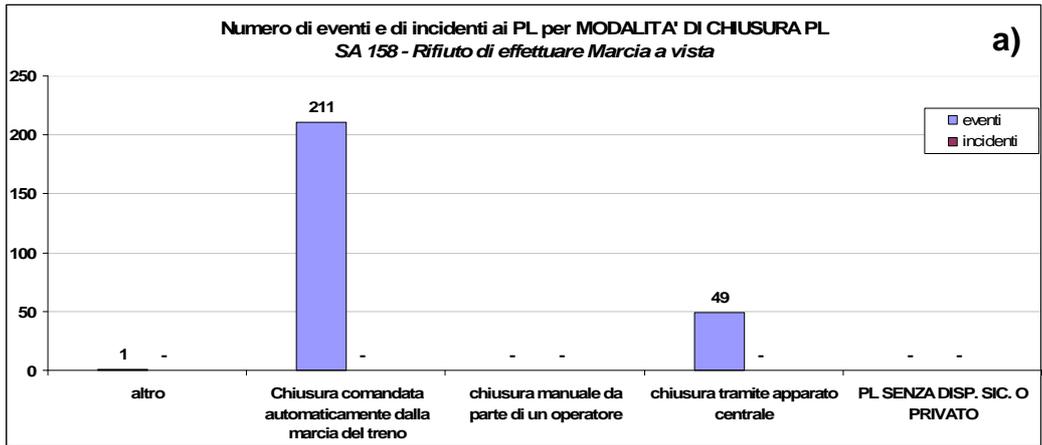


Figura 45. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per modalità di chiusura PL.

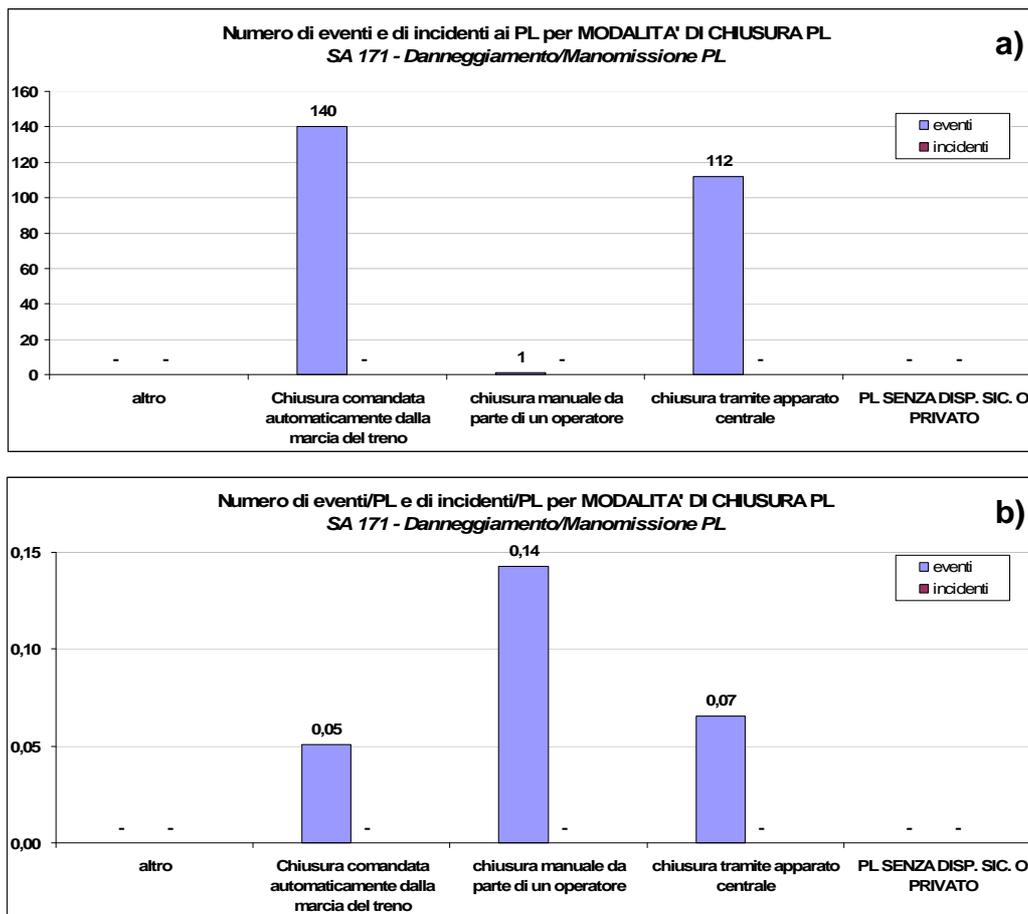


Figura 46. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per modalità di chiusura PL.

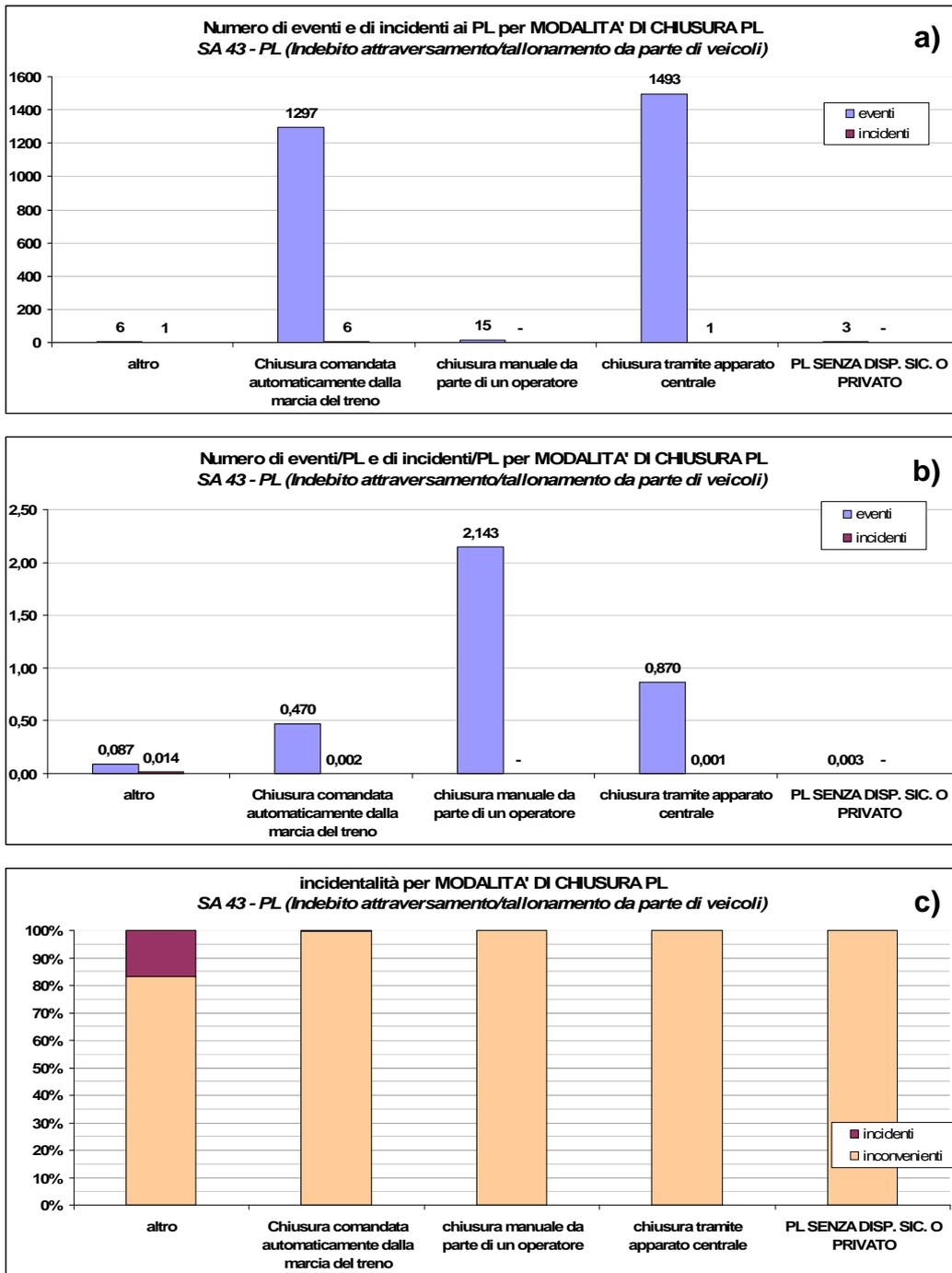


Figura 47. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per modalità di chiusura PL. c) Incidentalità della tipologia SA43 per modalità di chiusura PL.

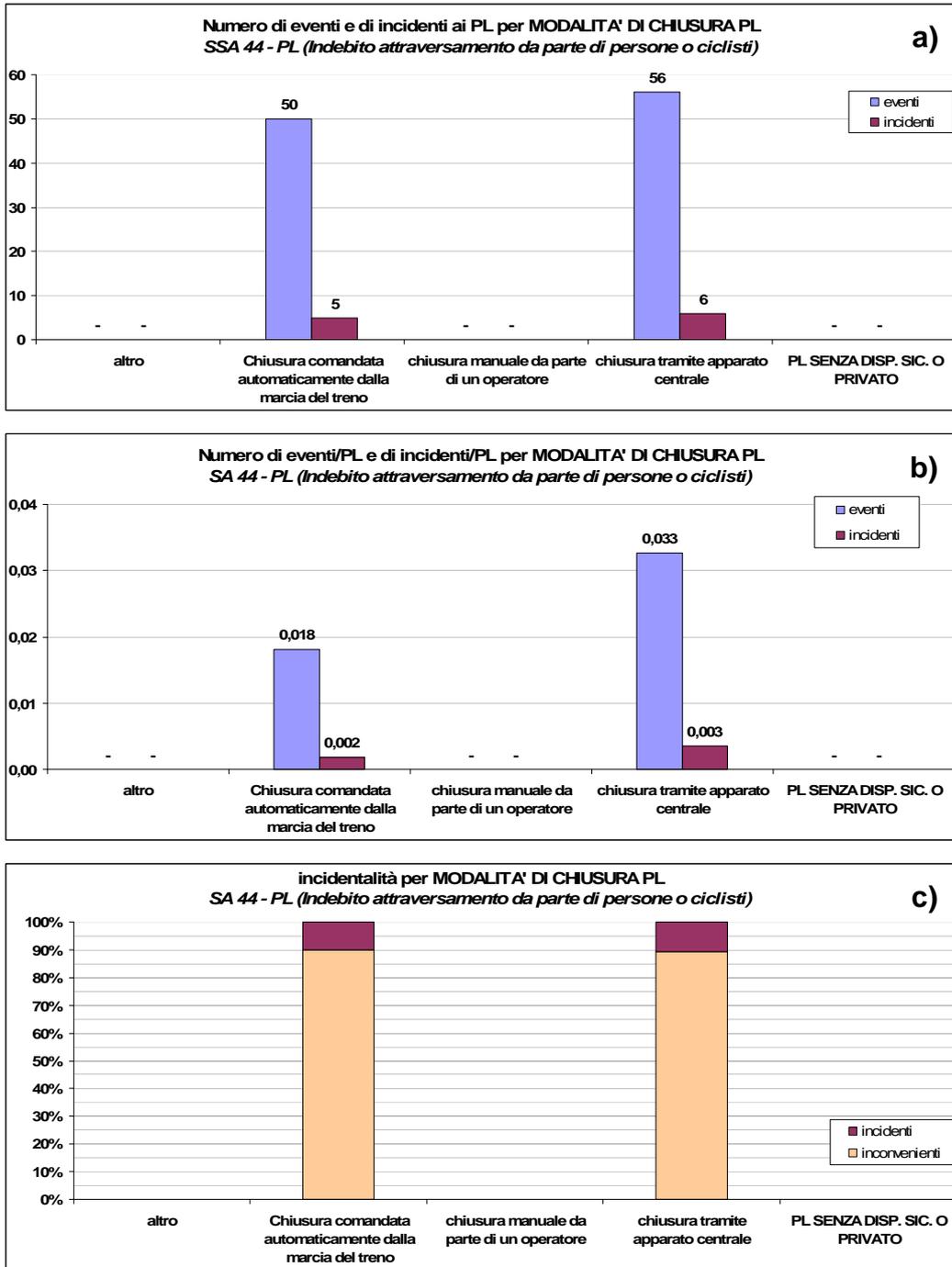


Figura 48. a) Numero di eventi e incidenti di tipologia SA44 per modalità di chiusura PL. b) Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per modalità di chiusura PL. c) Incidentalità della tipologia SA44 per modalità di chiusura PL.

I risultati che si possono trarre nel complesso sono i seguenti:

- le tipologie di PL con protezioni lato strada e comandate a distanza (i.e. PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* e PL con *chiusura tramite apparato centrale*) sono praticamente le uniche tipologie di PL soggette ad eventi dovuti ad atti vandalici riconducibili alla tipologia SA106 – *Atto vandalico* e SA171 – *Danneggiamento/*

Manomissione PL (presumibilmente a causa della mancanza di controllo diretto) e il livello di incidentalità per tali tipologie di evento è maggiore per i PL con *chiusura tramite apparato centrale*;

- anche gli eventi di tipologia SA158 – *Rifiuto di effettuare Marcia a vista* riguardano quasi esclusivamente PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* e PL con *chiusura tramite apparato centrale* in virtù del fatto che sono comunque sistemi più complessi e quindi più probabilmente soggetti ad eventi anomali e spesso non sono presenziabili in tempi brevi;
- gli eventi di tipologia SA43 – *PL (Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli)* hanno riguardato tutte le tipologie di PL e risulta che il numero di eventi/PL è massimo per PL con *chiusura manuale da parte di un operatore*, mentre il numero di incidenti/PL è massimo per i *PL senza barriere* (caratterizzati dalla modalità di chiusura *altro*) i quali, tra l'altro, presentano un livello di incidentalità molto più alto rispetto a quello delle restanti tipologie di PL per la tipologia di evento SA43;
- gli eventi di tipologia SA44 – *PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti)* hanno interessato esclusivamente PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* e PL con *chiusura tramite apparato centrale*; questi ultimi presentano un numero più elevato di eventi/PL, mentre per numero di incidenti/PL le due tipologie di PL praticamente si equivalgono.

In Figura 49 si riporta il grafico che illustra la percentuale di PL critici (secondo i 3 livelli di criticità definiti a pag. 28) per modalità di chiusura PL.

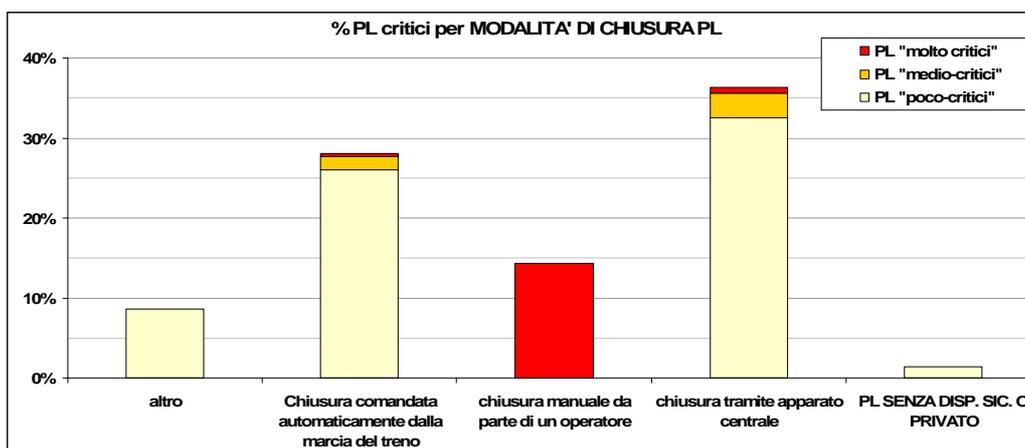


Figura 49. Percentuale di PL critici per modalità di chiusura PL.

Risulta che:

- fra i PL con *chiusura tramite apparato centrale* vi è la maggior percentuale di PL critici (poco più del 35%) con una netta prevalenza di PL a bassa criticità;
- i *PL senza dispositivi di sicurezza o privati* presentano la minor percentuale di PL critici (peraltro tutti di bassa criticità);

- la percentuale di PL critici per i PL con *chiusura manuale da parte di un operatore* è (relativamente) bassa (dell'ordine del 15%) ma è interamente costituita da PL ad alta criticità.

Analisi dati per TIPO DI BARRIERE

Utilizzando le informazioni relative al campo "tipo di barriere" (indicato nella colonna W del foglio di lavoro **tab_3_4**), nel foglio di lavoro **tab_4** si è aggiunta una tabella che riporta, per ogni tipo di barriera, le quantità da a) ad e) elencate illustrando l'*analisi dati per COMPARTIMENTO* (ref. pag.36); inoltre, utilizzando il *numero di PL per tipo di barriere* (ref. Figura 7.a)) come *fattore di scala* rispetto al quale normalizzare i dati statistici grezzi è stato calcolato anche:

- f) il numero di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL normalizzato al numero complessivo di PL per tipo di barriere;
- g) la percentuale di PL "poco critici", "mediamente critici" e "molto critici" rispetto al numero complessivo di PL per tipo di barriere.

Nei grafici di Figura 50 è riportato:

- a) il numero di eventi e di incidenti ai PL per *tipo di barriere*;
- b) la distribuzione di eventi e di incidenti ai PL in base al *tipo di barriere*.

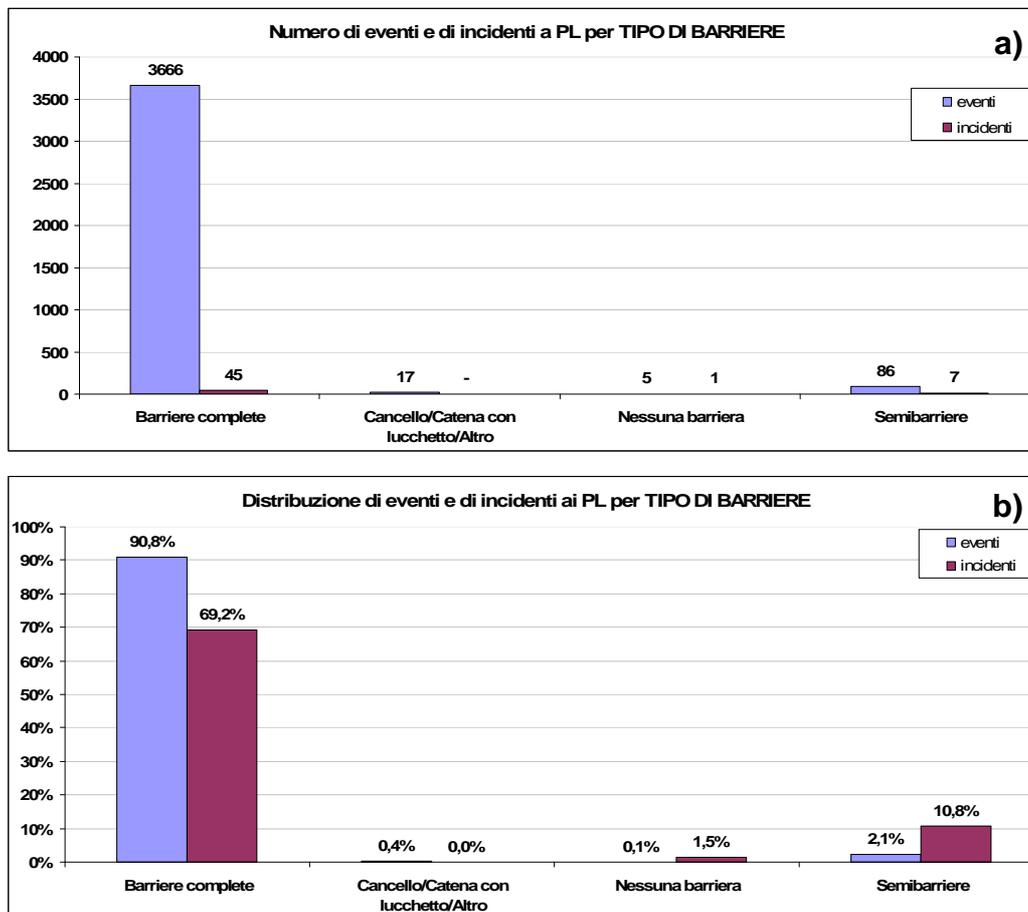


Figura 50. a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per tipo di barriere. b) Distribuzione di eventi e di incidenti ai PL per tipo di barriere.

Da Figura 50.b) risulta che ai PL con *barriere complete* (che costituiscono circa il 78% dei PL presenti sulla rete ferroviaria di RFI, cfr. Figura 7.b)) si verifica più del 90% degli eventi ai PL e circa il 70% degli incidenti ai PL.

Considerando il numero complessivo di PL per *tipo di barriere* si ottiene il grafico di Figura 51, da cui risulta che il numero di eventi/PL è pressoché lo stesso per *PL con semibarriere* e *PL con barriere complete* mentre il numero di incidenti/PL per *PL con semibarriere* è molto maggiore (circa 7 volte) sia del numero degli incidenti/PL per *PL con barriere complete* sia del numero degli incidenti/PL per *PL senza barriere*.

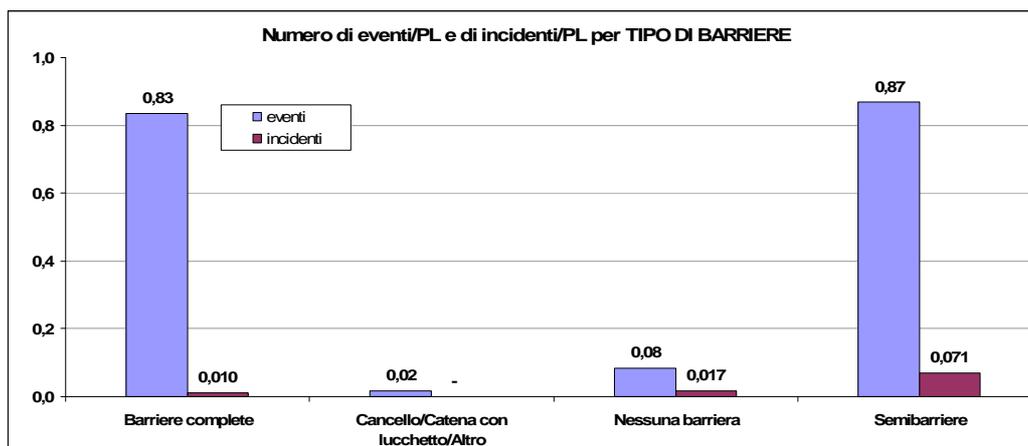


Figura 51. Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per tipo di barriere

In Figura 52 si trovano i grafici relativi al numero dei morti in incidenti ai PL, da cui risulta che quasi il 90% dei 18 morti verificatisi ai PL per i quali è stato possibile trovare una corrispondenza con i dati della Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI ha interessato PL con *barriere complete* e il restante 10% ha interessato PL con *semibarriere*; tuttavia, se si normalizza il numero dei morti al numero complessivo di PL per tipologia si ottiene che per i PL con *semibarriere* il numero morti/PL è 5 volte maggiore del numero morti/PL per i PL con *barriere complete*.

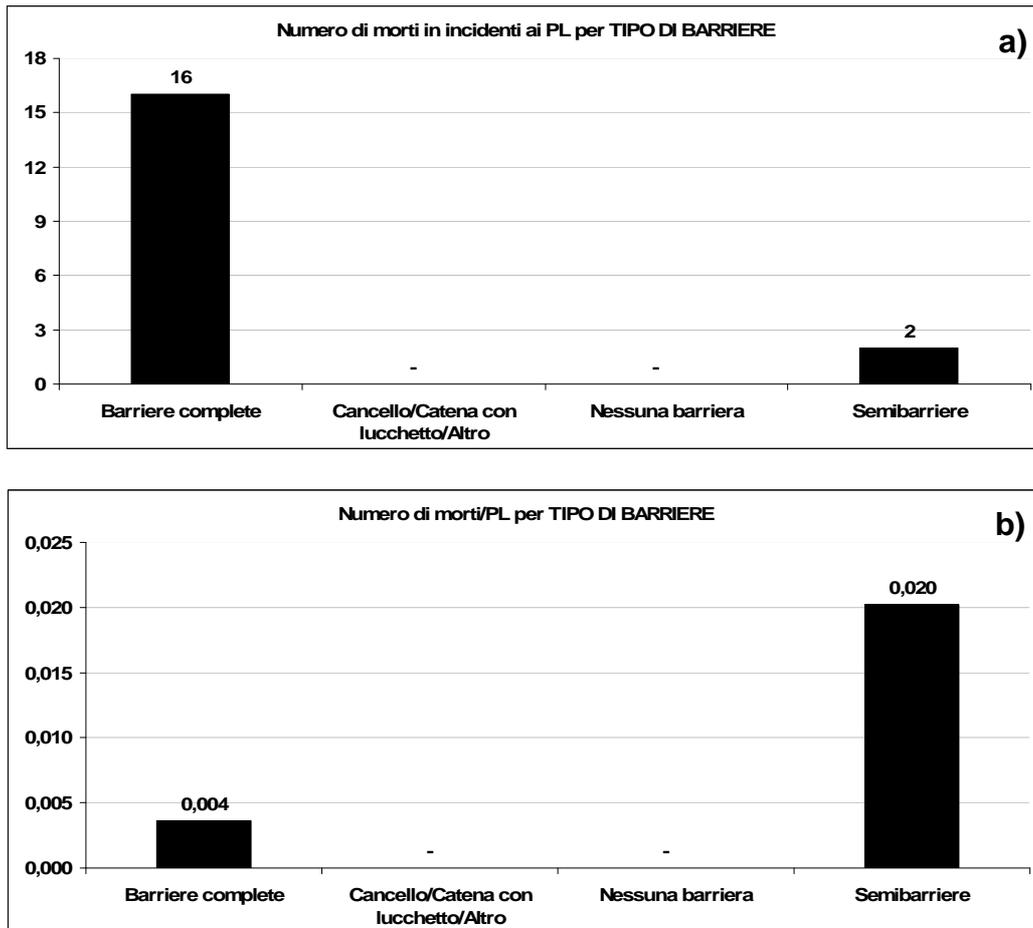


Figura 52. a) Numero assoluto di morti in incidenti ai PL per tipo di barriera. b) Numero relativo di morti/PL per tipo di barriera

Nel grafico di Figura 53 è riportata l'incidentalità dei PL, secondo il *tipo di barriera* che li caratterizza: risulta che i PL con *cancello/catena con lucchetto/Altro* (che, generalmente, caratterizzano i PL in consegna agli utenti) hanno incidentalità nulla; ciò si giustifica con la considerazione per cui i PL con *cancello/catena con lucchetto/Altro* dovrebbero essere tenuti normalmente chiusi e aperti solo occasionalmente, verificando che ce ne siano le condizioni. Tra i PL esercitati dal GI (che sono caratterizzati dai 3 rimanenti tipi di barriera), l'incidentalità più bassa (poco più dell'1%) è quella dei PL con *barriere complete*, mentre la più elevata (20%) è quella del PL *senza barriere*. I PL con *semibarriera* hanno una incidentalità intorno all'8%.

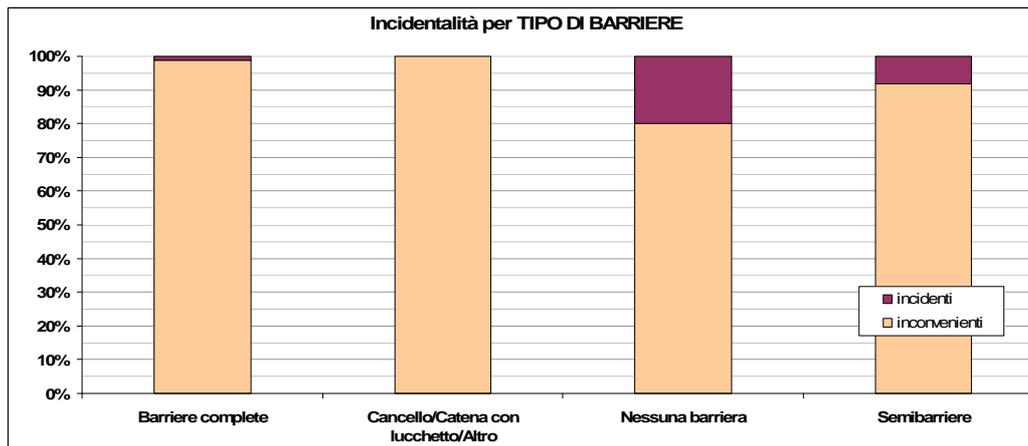


Figura 53. Incidentalità per *tipo di barriera*

Nei grafici da Figura 54 a Figura 58 sono considerate, separatamente, le 5 tipologie di evento statisticamente più significative.

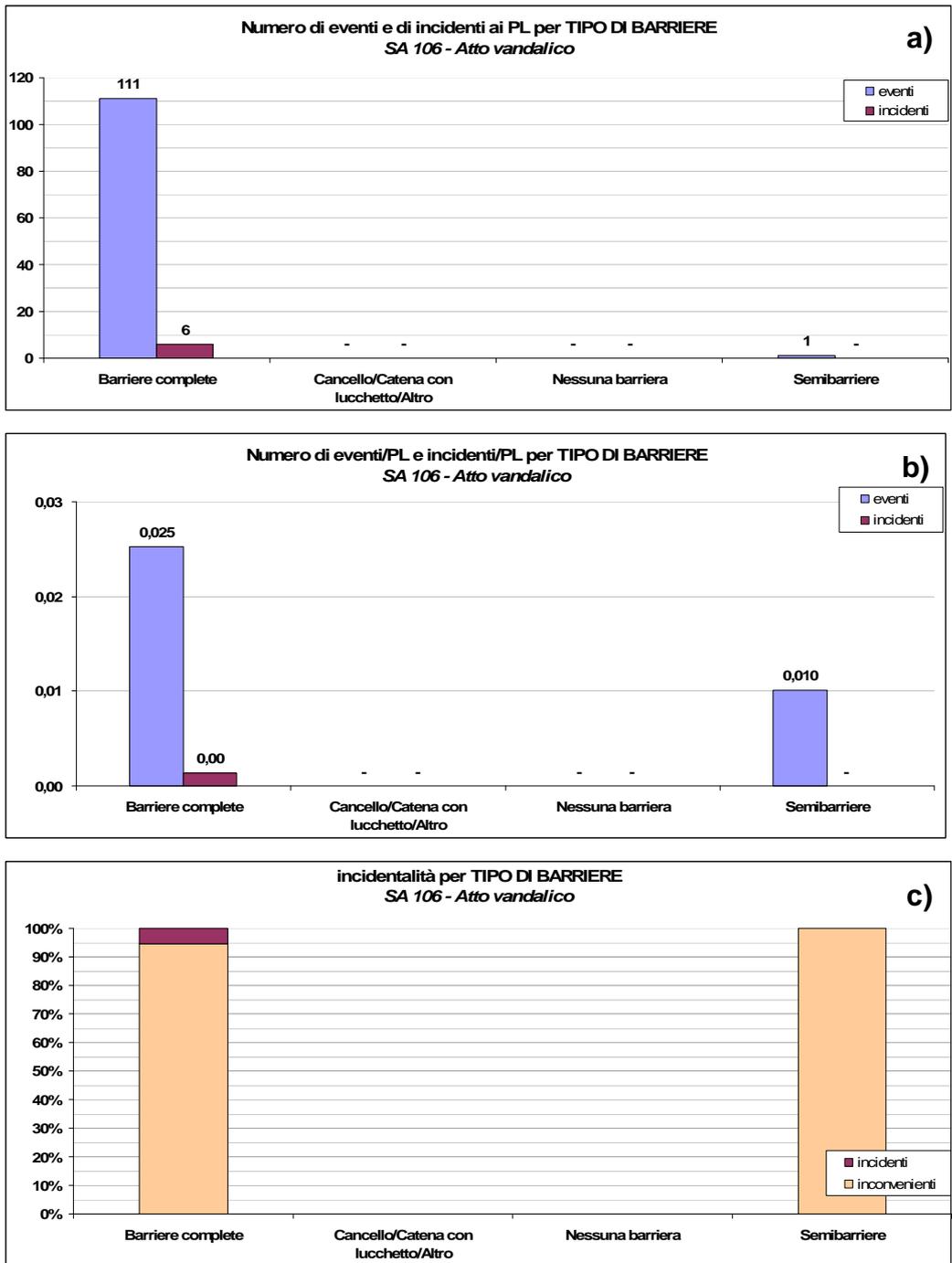


Figura 54. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per *tipo di barriere*. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per *tipo di barriere*. c) Incidentalità della tipologia SA106 per *tipo di barriere*.

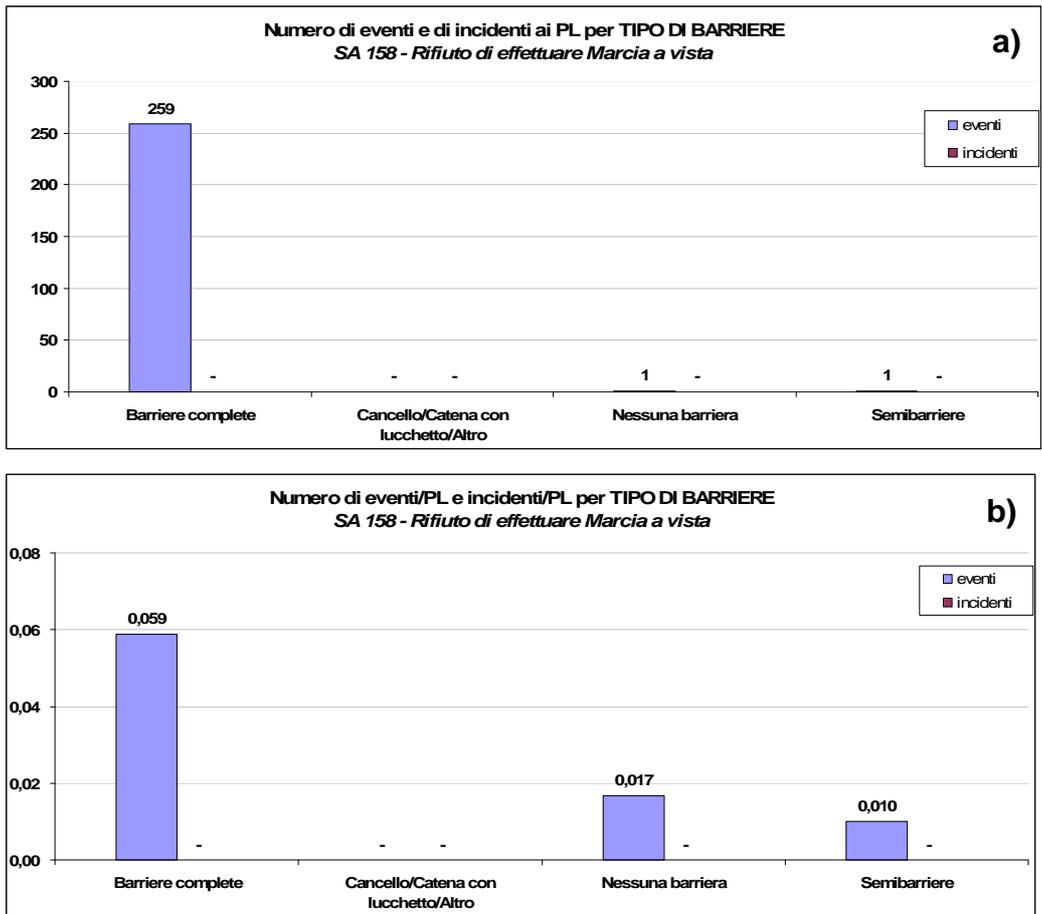


Figura 55. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per tipo di barriere. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per tipo di barriere.

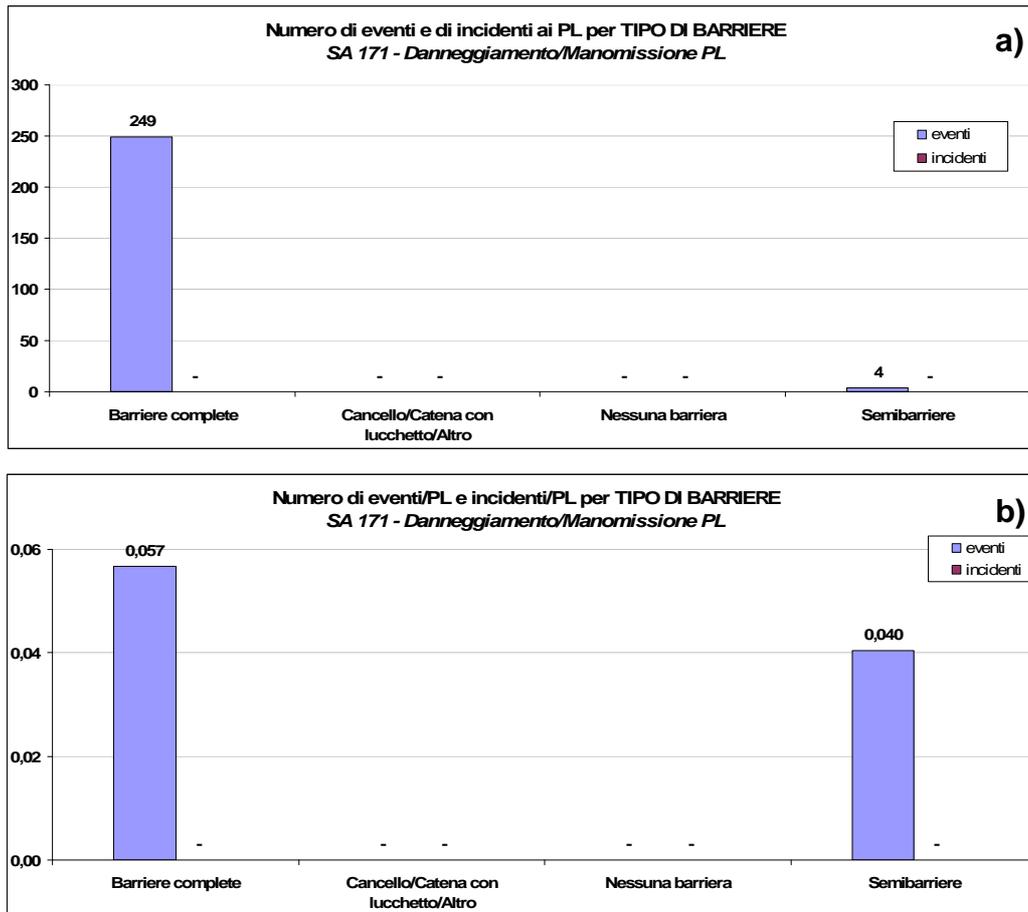


Figura 56. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per *tipo di barriere*. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per *tipo di barriere*.

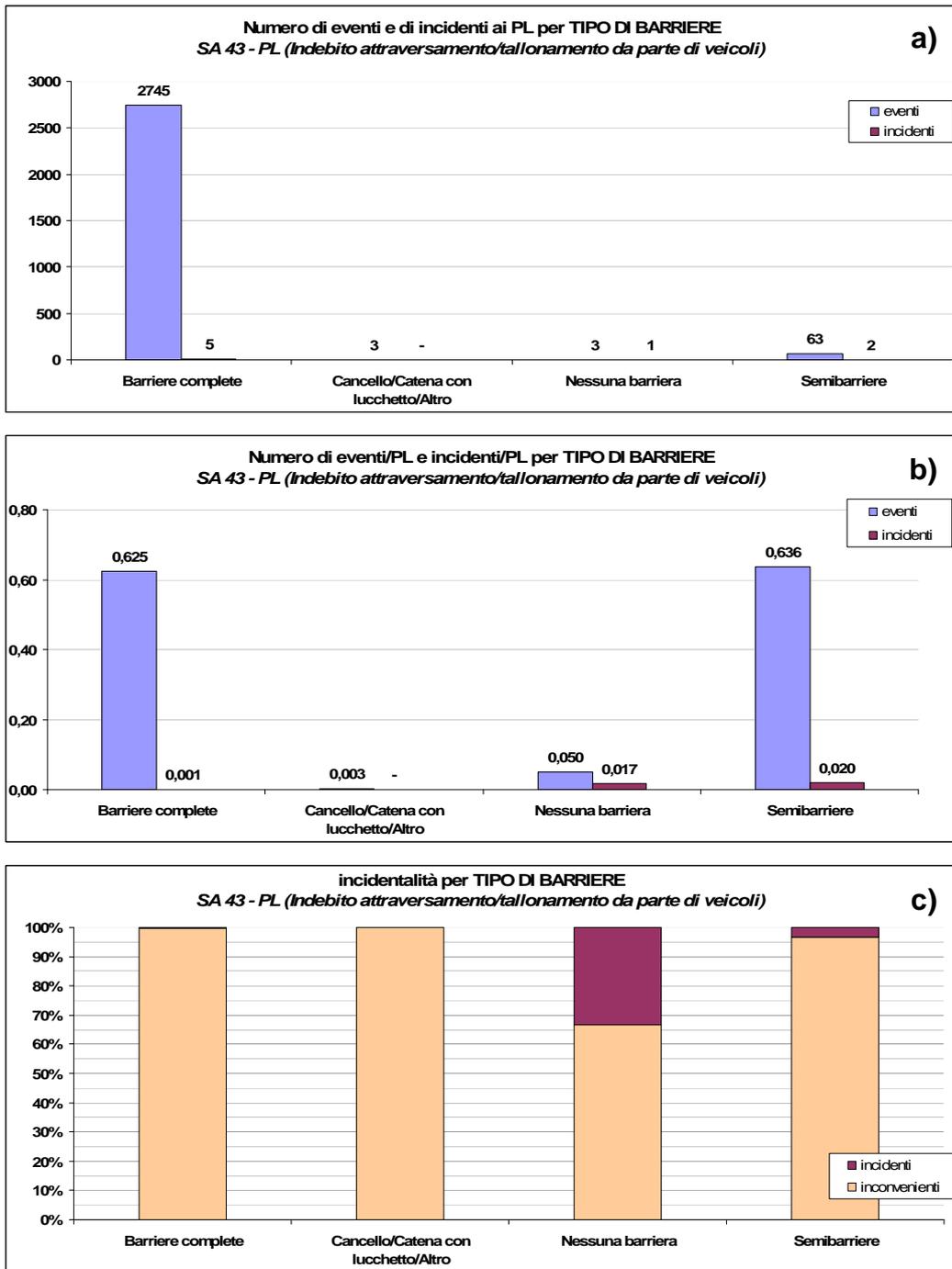


Figura 57. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per tipo di barriera. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per tipo di barriera. c) Incidentalità della tipologia SA43 per tipo di barriera.

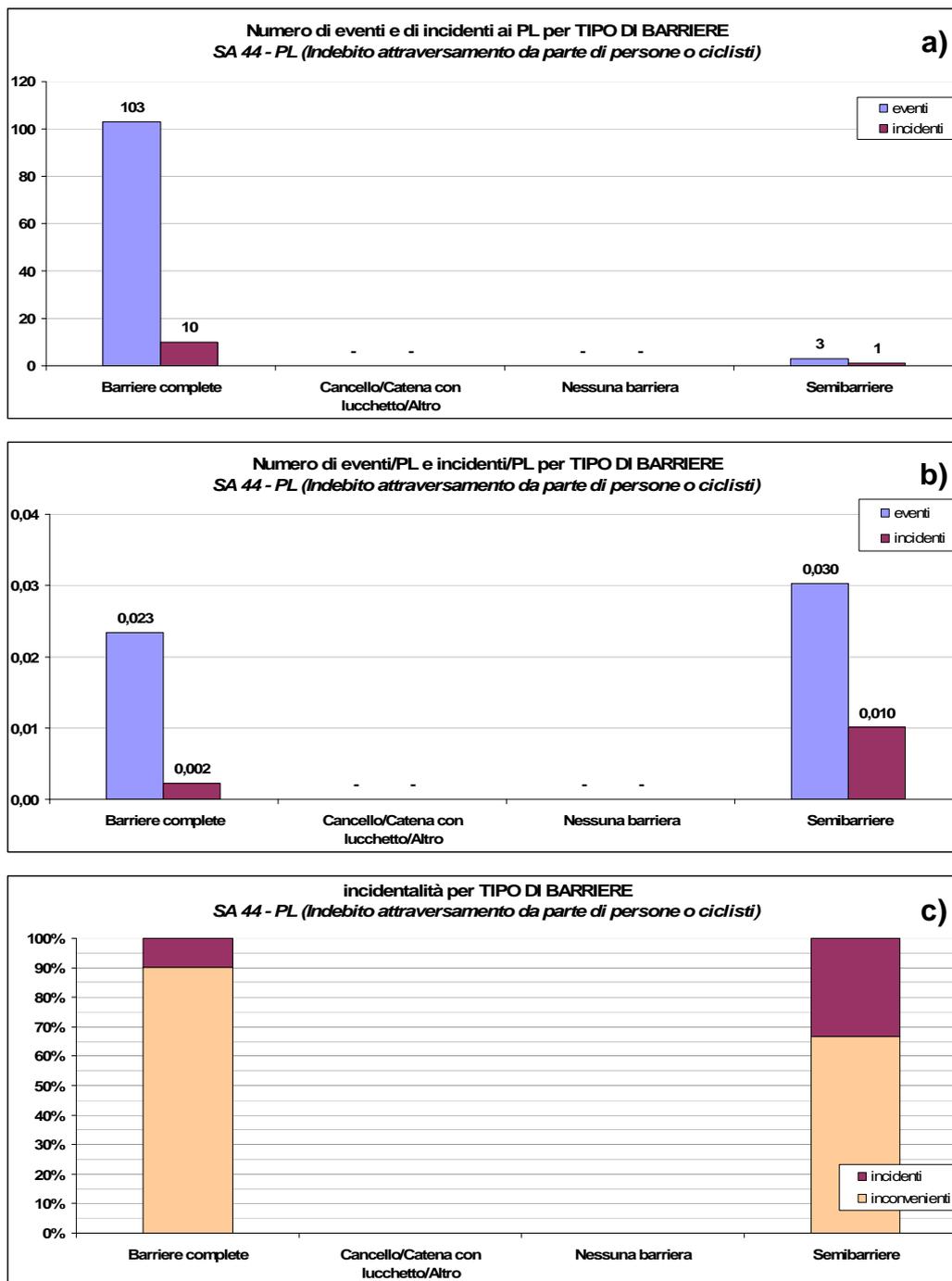


Figura 58. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per *tipo di barriere*. b) Numero assoluto di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per *tipo di barriere*. c) Incidentalità della tipologia SA44 per *tipo di barriere*.

I risultati che si possono trarre nel complesso sono i seguenti:

- gli eventi attribuiti ad atti vandalici (tipologie di evento SA106 – *Atto vandalico* e SA171– *Danneggiamento/Manomissione PL*) riguardano esclusivamente PL con *barriere complete* e PL con *semibarriere* e il numero di eventi/PL per questa tipologia è generalmente più elevato per i PL con *barriere complete*;

- gli eventi di tipologia SA158 – *Rifiuto di effettuare Marcia a vista* interessano tutti i PL esercitati dal GI con una prevalenza dei PL con *barriere complete*;
- se si considera la tipologia di evento SA43 – *PL (Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli)*, si osserva che
 - il numero di eventi/PL è pressoché equivalente per PL con *barriere complete* e PL con *semibarriere*, ma i PL con *semibarriere* hanno un numero di incidenti/PL 20 volte quello dei PL con *barriere complete*; quanto al livello di incidentalità, per i PL con *barriere complete* si è intorno allo 0,2%, mentre per i PL con *semibarriere* si è intorno al 3,2%;
 - i PL *senza barriere*, pur caratterizzati da un numero di eventi/PL pari a 1/10 di quello dei PL con *semibarriere*, presentano un numero di incidenti/PL pressoché equivalente a quello dei PL con *semibarriere* ed hanno il maggior livello di incidentalità in assoluto (poco meno del 35%);
- gli eventi di tipologia SA44 – *PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti)* sono segnalati solo per PL con *barriere complete* e PL con *semibarriere*: questi ultimi hanno un numero di eventi/PL poco superiore a quello dei PL con *barriere complete*, ma sono caratterizzati da un numero di incidenti/PL 5 volte superiore e da un livello di incidentalità circa triplo rispetto a quello dei PL con *barriere complete* (~33% vs. 9,7%).

In Figura 59 si riporta il grafico che illustra la percentuale di PL critici (secondo i 3 livelli di criticità definiti a pag. 28) per tipo di barriera che caratterizzano i PL, da cui risulta che la maggior percentuale di PL critici (poco meno del 45%) riguarda i PL con *semibarriere*, tra i quali, però, non vi sono PL ad alta criticità; fra i PL con *barriere complete* la percentuale di PL critici è di poco superiore al 30% e include tutti i 22 PL ad alta criticità. Per i PL *senza barriere* e PL con *cancello/catena con lucchetto/Altro* si ritrovano gli stessi risultati già osservati in Figura 49, rispettivamente, per PL con modalità di chiusura *altro* e per *PL senza dispositivo di sicurezza o privato*.

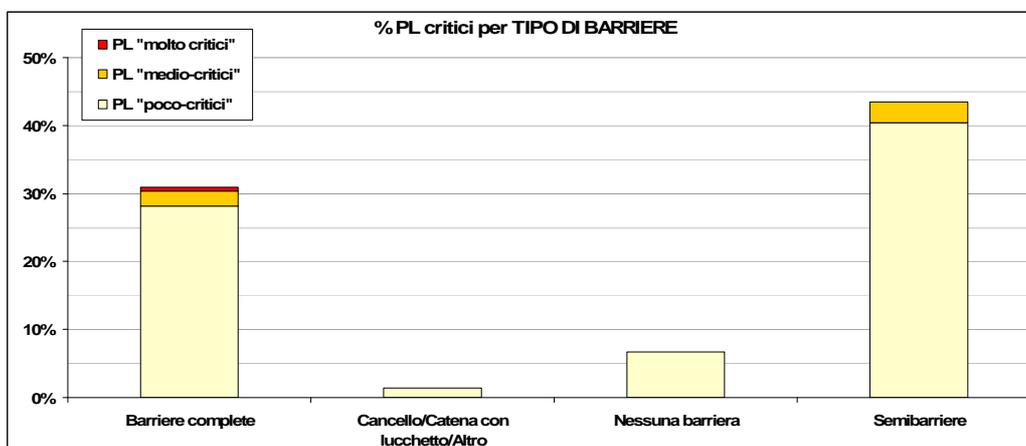


Figura 59. Percentuale di PL critici per tipo di barriera

Analisi dati per PRESENZA DI ATTREZZATURE DI SUSSIDIO ALLA PROTEZIONE DEI PL

Utilizzando le informazioni relative alla presenza o meno di "attrezzature di sussidio alla protezione dei P.L." (indicato nella colonna Z del foglio di lavoro **Tab_3_4**), nel foglio di lavoro **Tab_4** si è aggiunta una tabella che riporta, in base alla presenza o meno delle suddette attrezzature²³, le quantità da a) ad e) elencate illustrando l'*analisi dati per COMPARTIMENTO* (ref. pag.36); inoltre, utilizzando il *numero di PL per tipo di PL* (ref. Figura 9.a)) come *fattore di scala* rispetto al quale normalizzare i dati statistici grezzi è stato calcolato anche:

- f) il numero di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL normalizzato al numero complessivo di PL con e senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL;
- g) la percentuale di PL "poco critici", "mediamente critici" e "molto critici" rispetto al numero complessivo di PL con e senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.

Nei grafici di Figura 60 è riportato:

- a) il numero di eventi e di incidenti ai PL *con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*,
- b) la distribuzione di eventi e di incidenti ai PL *con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*,

da cui risulta che ai PL *senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* ha luogo più del 60% degli eventi ai PL e più del 65% degli incidenti ai PL.

Considerando il numero complessivo di PL *con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* si ottiene il grafico di Figura 61, da cui risulta che i PL maggiormente soggetti ad eventi ed incidenti sono quelli *con attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* per i quali il numero di eventi/PL è 10 volte quello dei PL *senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* e il numero di incidenti/PL (pur molto basso) è il triplo del numero di incidenti/PL dei PL *senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*.

²³ Le *attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* cui si fa riferimento nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI sono *PAI P.L., impianti di visualizzazione TV, altro*, però non vi è un dettaglio fra lo specifico PL e l'attrezzatura di sussidio di cui è dotato.

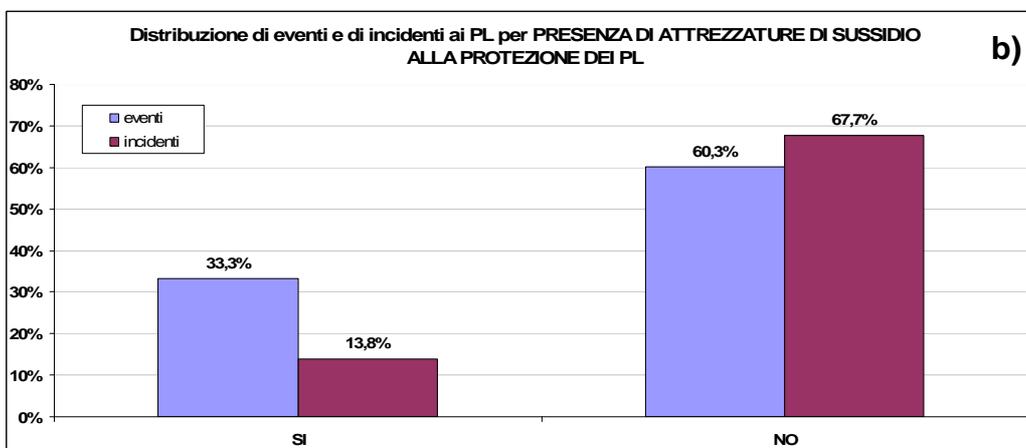
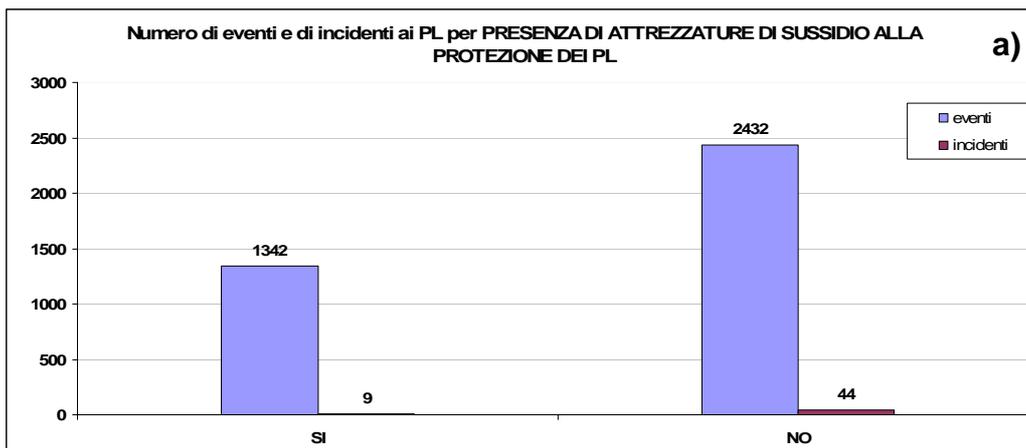


Figura 60. a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.

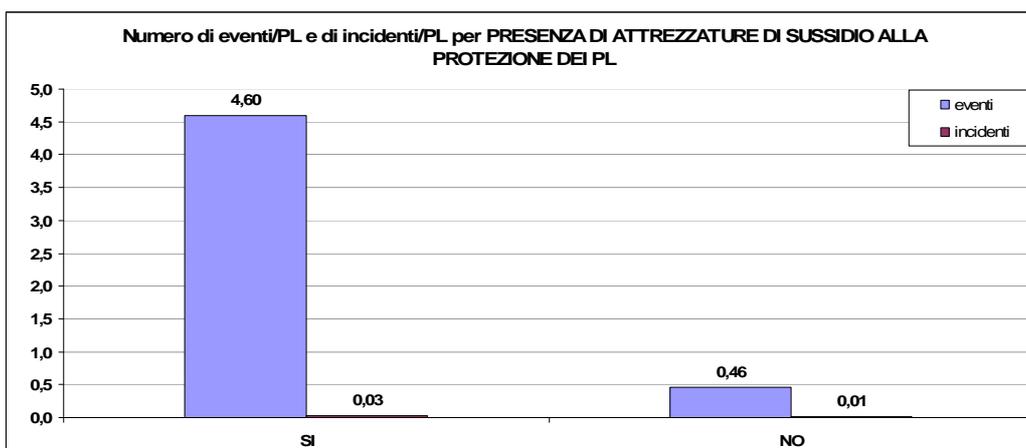


Figura 61. Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL

Nell'interpretare il grafico di Figura 61, non possiamo pensare che la presenza di attrezzature di sussidio alla protezione dei PL porti ad un maggior numero di eventi/PL e di incidenti/PL, ma, piuttosto, che le attrezzature di sussidio alla protezione dei PL siano state (correttamente) installate in corrispondenza di PL particolarmente soggetti ad eventi anomali e/o incidenti. A questo punto, la questione sarebbe quella di studiare la tipologia di attrezzature di sussidio alla protezione dei PL e di valutarne l'efficacia, analizzando lo storico di alcuni dei PL *con attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* nei periodi precedenti e successivi all'installazione delle attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. Per condurre questo studio bisognerebbe:

- estendere ad un arco temporale di (almeno) qualche anno l'analisi dei dati della BDS di RFI,
- disporre di informazioni certe ed accurate sulle specifiche attrezzature di sussidio alla protezione dei PL installate e sulla data della loro entrata in funzione.

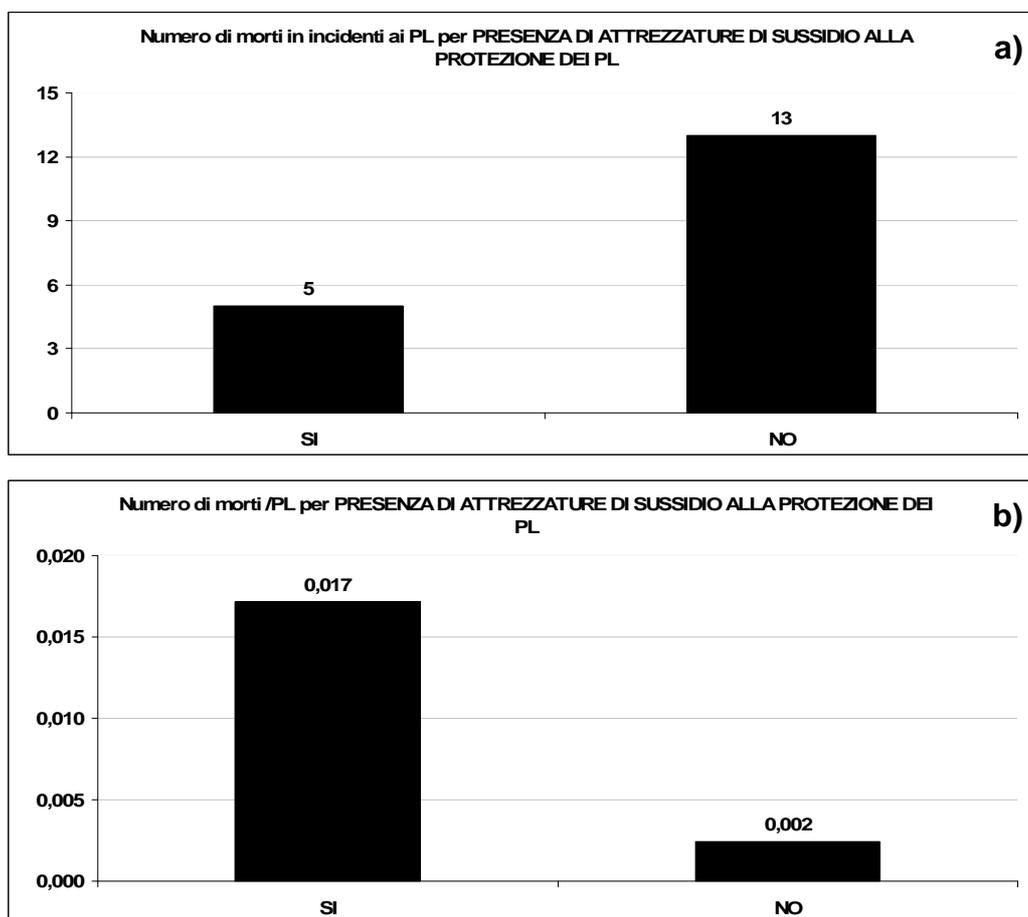


Figura 62. Numero assoluto [a)] e relativo [b)] di morti in incidenti ai PL *con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*

In Figura 62 è riportato il grafico relativo al numero dei morti in incidenti ai PL *con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*: il 72% dei 18 morti verificatisi ai PL per i quali è stato possibile trovare una corrispondenza con i dati della Tabella 6a dell'allegato alla

Relazione annuale della Sicurezza di RFI ha interessato PL *senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*, mentre il restante 28% ha interessato PL *con attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*; tuttavia, se si normalizza il numero dei morti al numero complessivo di PL con e senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL si ottiene che per i PL *con attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* il numero morti/PL è 10 volte maggiore del numero morti/PL per i PL *senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*.

Nel grafico di Figura 63 è riportata l'incidentalità dei PL *con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*, da cui emerge una incidentalità leggermente maggiore per i PL *con attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* rispetto agli altri (1,8% vs. 0,6%).



Figura 63. Incidentalità dei PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL

Nei grafici da Figura 64 a Figura 68 sono considerate, separatamente, le 5 tipologie di evento statisticamente più significative.

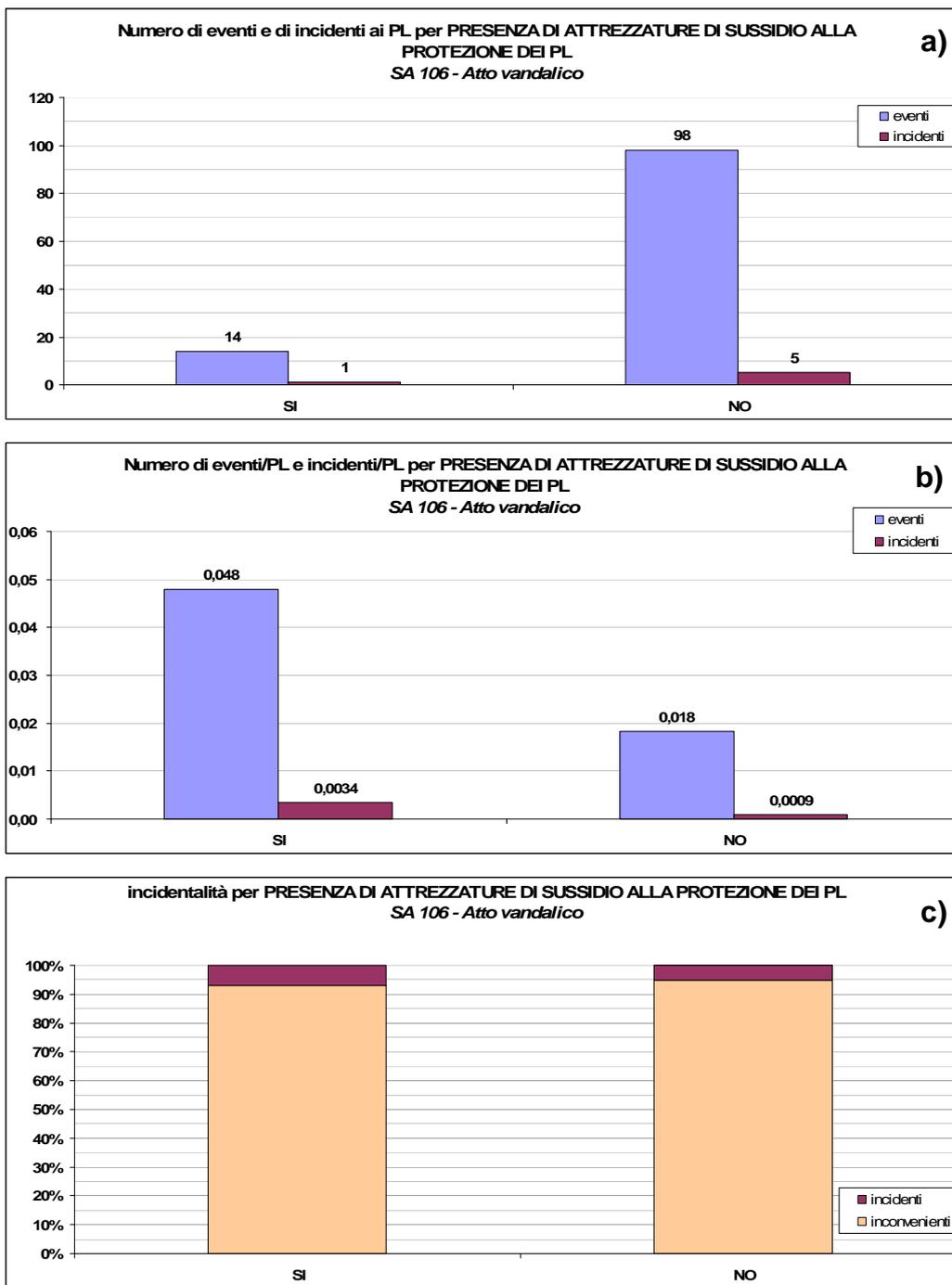


Figura 64. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. c) Incidentalità della tipologia SA106 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.

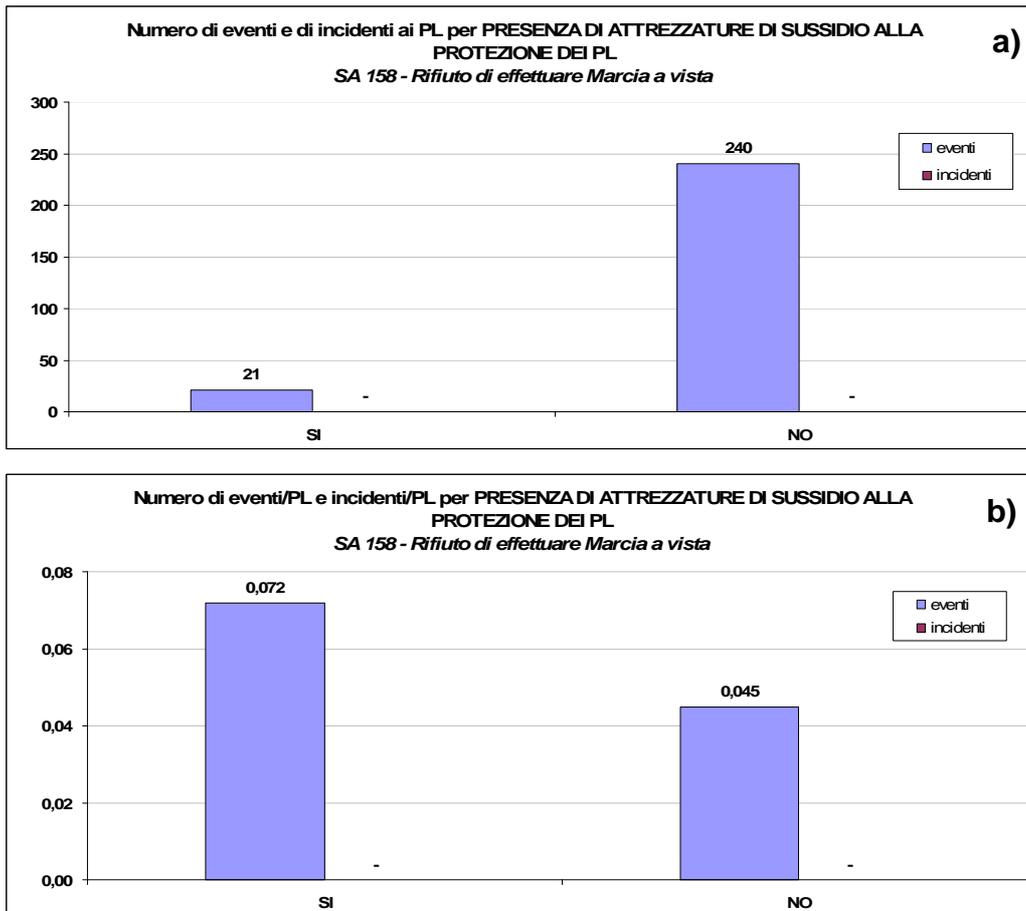


Figura 65. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.

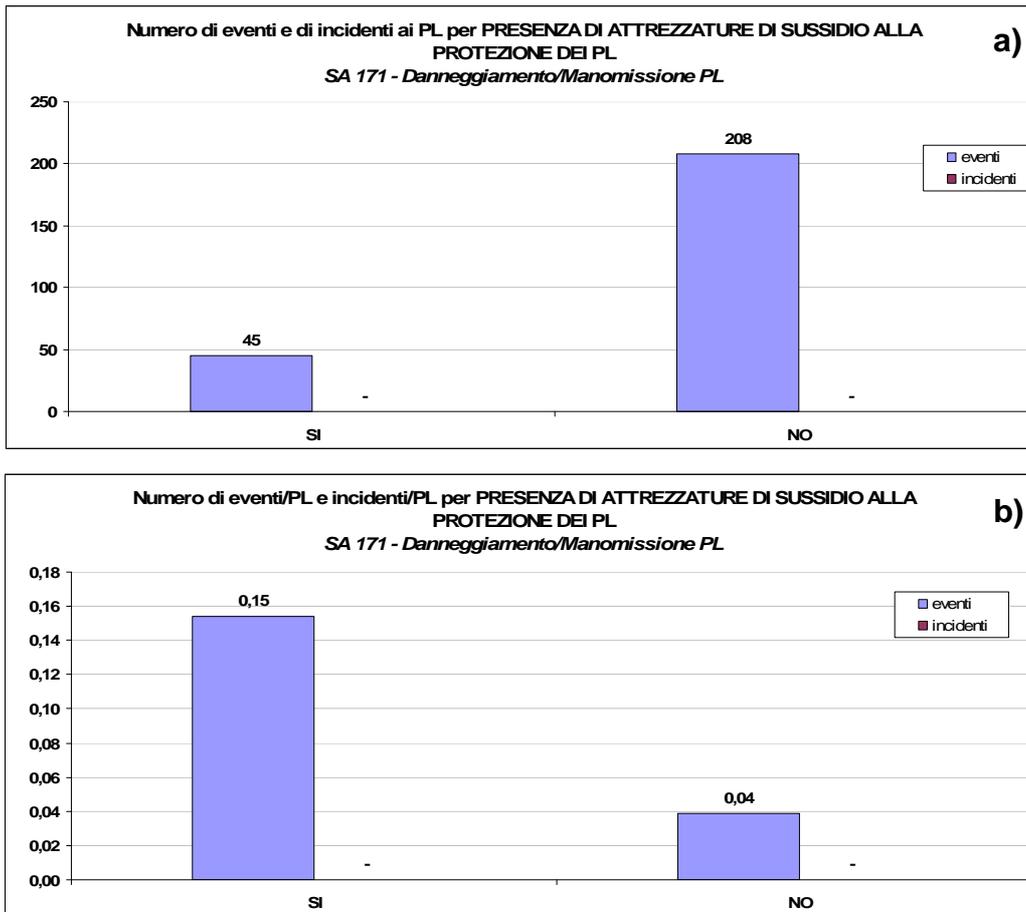


Figura 66. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.

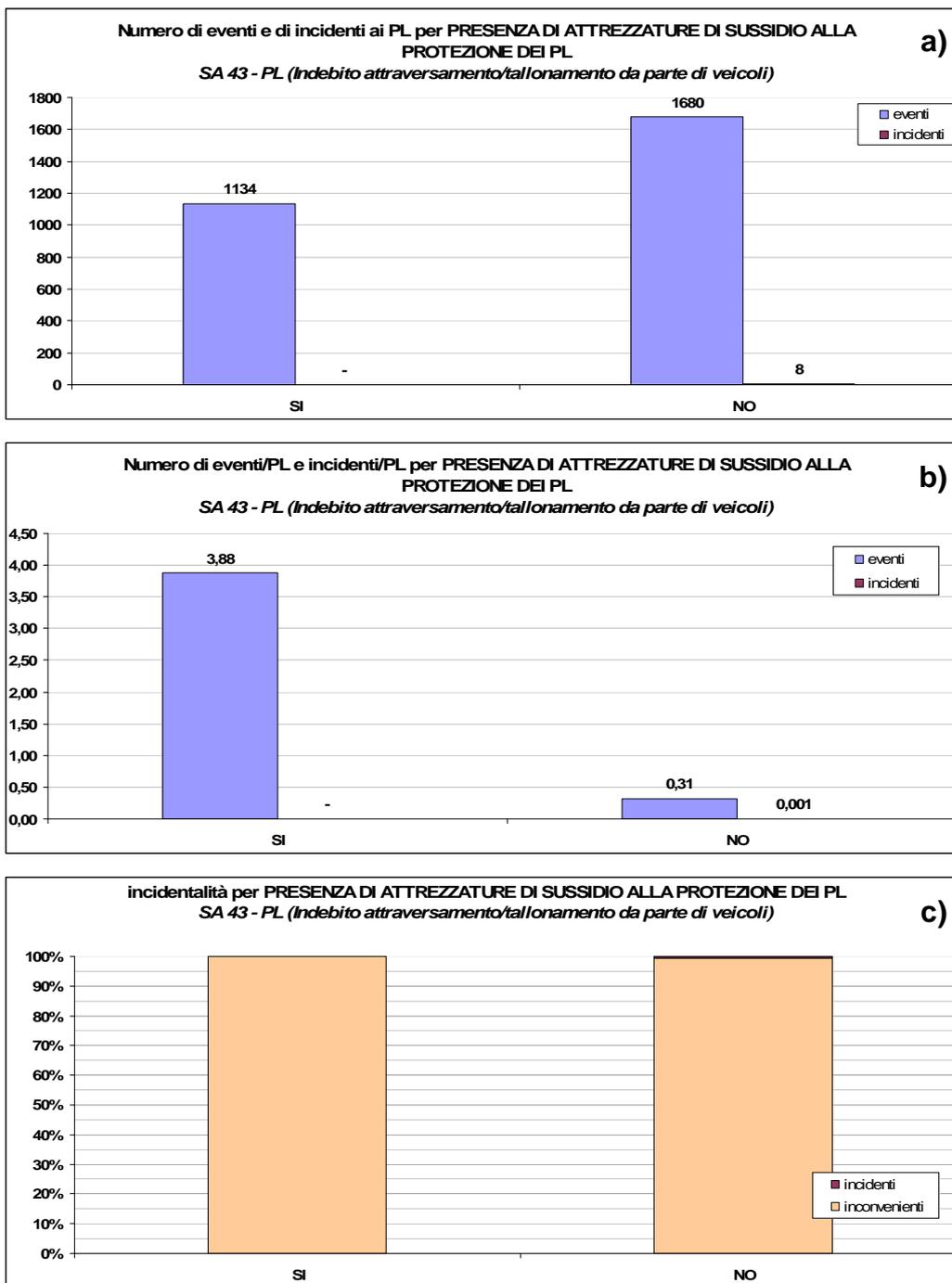


Figura 67. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. c) Incidentalità della tipologia SA43 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.

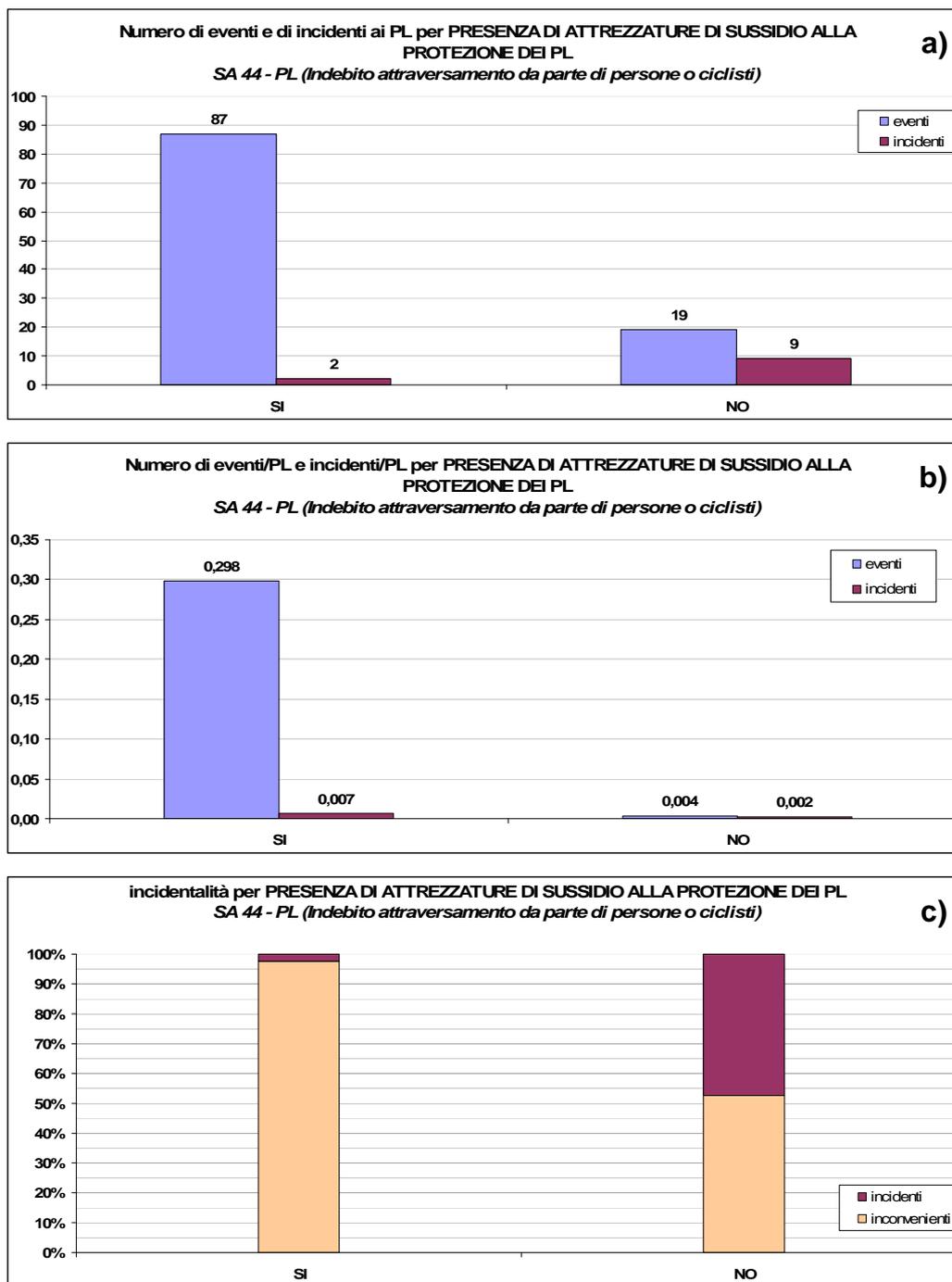


Figura 68. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. c) Incidentalità della tipologia SA44 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.

Dai grafici precedenti risulta che:

- tutte le 5 tipologie di evento considerate interessano in misura maggiore i PL con attrezzature di sussidio alla protezione dei PL;

- il divario fra il numero di eventi/PL per le due tipologie di PL in questione è molto più accentuato (sempre a sfavore dei PL *con attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*) per le tipologie di evento SA43 – PL (*Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli*) e SA44 – PL (*Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*);
- per le tipologie di evento SA43 e SA44, i PL *con attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* presentano, tuttavia, un livello di incidentalità minore (e addirittura molto minore, per la tipologia di evento SA44) rispetto ai PL *senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*, il che suggerisce l'ipotesi che le attrezzature di sussidio alla protezione dei PL abbiano una certa efficacia nel limitare l'occorrenza di incidenti.

In Figura 69 si riporta il grafico che illustra la percentuale di PL critici (secondo i 3 livelli di criticità definiti a pag. 28) per PL *con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*.

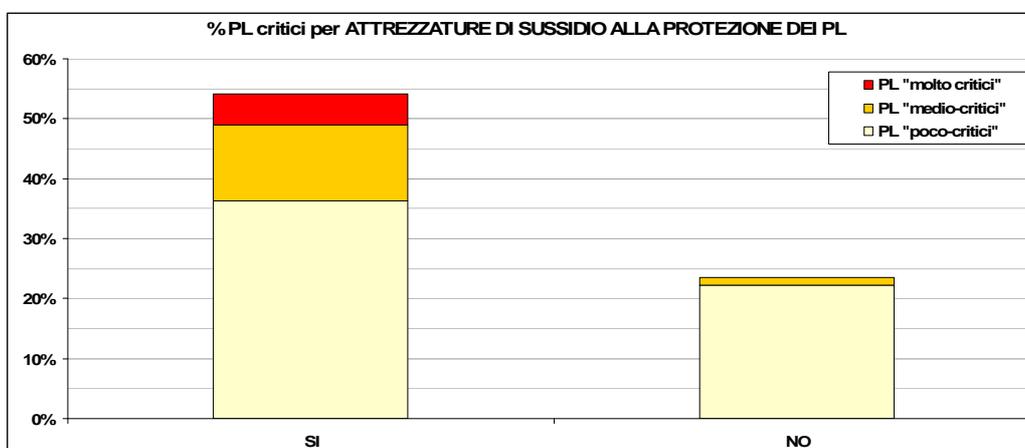


Figura 69. Percentuale di PL critici per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.

Si osserva che i PL *con attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* hanno una percentuale più che doppia di PL critici rispetto ai PL *senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL*, con una quota tutt'altro che trascurabile di PL ad alta criticità²⁴.

Analisi dati per TIPOLOGIA DELLA LINEA

Utilizzando le informazioni relative al campo "tipologia della linea" (indicato nella colonna AD del foglio di lavoro Tab_3_4), nel foglio di lavoro Tab_4 si è aggiunta una tabella che riporta, in base alla tipologia della linea²⁵, le quantità da a) ad e) elencate illustrando l'analisi dati per COMPARTIMENTO (ref. pag.36); inoltre, utilizzando il numero di PL per tipologia della linea (ref. Figura 11.a) come *fattore di scala* rispetto al quale normalizzare i dati statistici grezzi è stato calcolato anche:

²⁴ Risulta che il 68% dei PL ad alta criticità è dotato di attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.

²⁵ A semplice o a doppio binario

- f) il numero di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL normalizzato al numero di PL per tipologia della linea;
- g) la percentuale di PL "poco critici", "mediamente critici" e "molto critici" rispetto al numero di PL per tipologia della linea.

Nei grafici di Figura 70 è riportato

- a) il numero di eventi e di incidenti ai PL per tipologia della linea;
- b) la distribuzione di eventi e di incidenti ai PL per tipologia della linea.

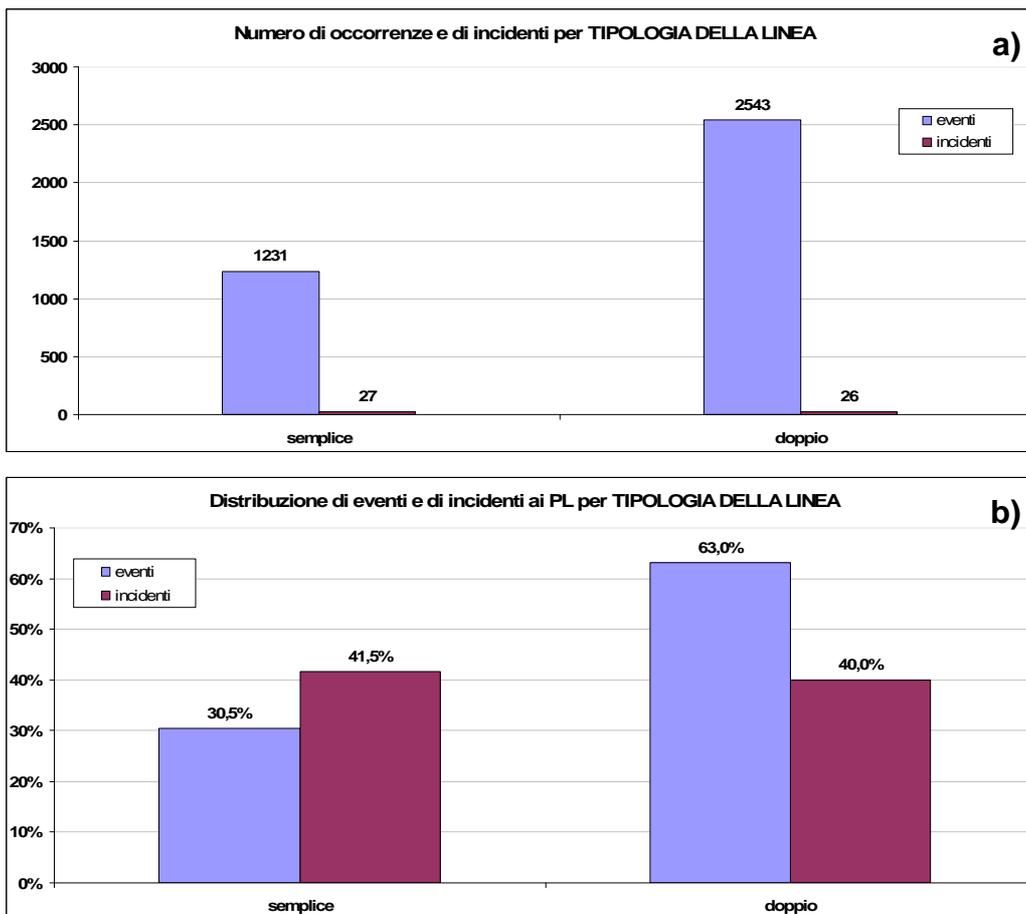


Figura 70. a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per *tipologia della linea*. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per *tipologia della linea*.

Da Figura 70 risulta che il numero assoluto di eventi ai PL per i PL su *linee a doppio binario* è più che doppio rispetto a quello dei PL su *linee a semplice binario*, mentre per il numero assoluto di incidenti ai PL, i due tipi di PL in questione praticamente si equivalgono. La condizione sfavorevole dei PL su *linee a doppio binario* rispetto a quelli su *linee a semplice binario* si conferma anche considerando il numero complessivo di PL per *tipologia di linea* e valutando il numero di eventi/PL e il numero di incidenti/PL (grafico di Figura 71).

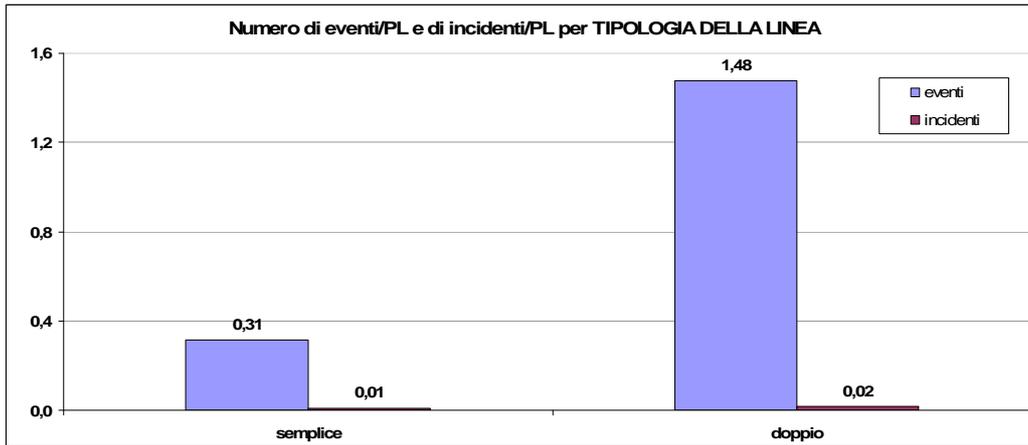


Figura 71. Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per *tipologia della linea*

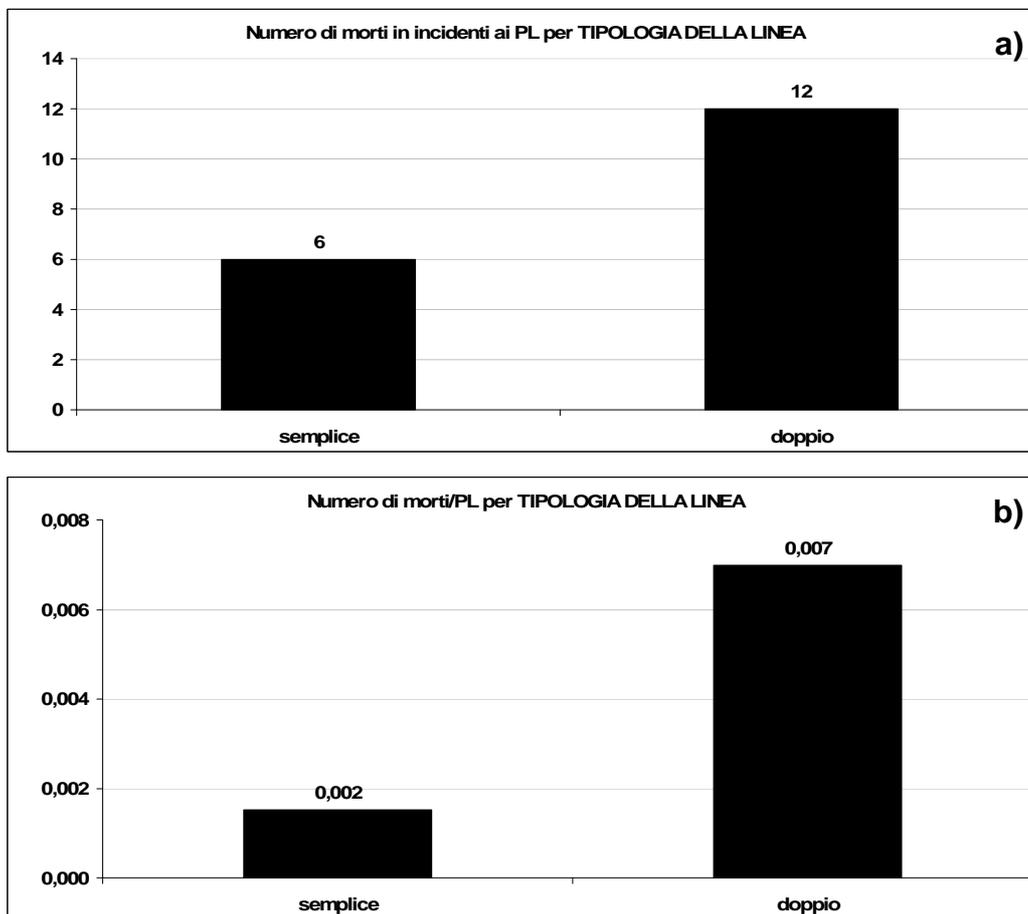


Figura 72. Numero assoluto [a)] e relativo [b)] di morti in incidenti ai PL per *tipologia della linea*

In Figura 72 è riportato il grafico relativo al numero dei morti in incidenti ai PL per *tipologia della linea*: il 66% dei 18 morti verificatisi ai PL per i quali è stato possibile trovare una corrispondenza con i dati della Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI ha interessato PL su *linee a doppio binario*, mentre il restante 34% ha interessato PL su

linee a semplice binario; la situazione dei PL su linee a doppio binario rispetto a quelli su linee a semplice binario si conferma ulteriormente se si normalizza il numero dei morti al numero di PL per tipologia della linea.

Nel grafico di Figura 73 è riportata l'incidentalità dei PL, secondo la tipologia della linea cui appartengono, da cui emerge che i PL su linee a semplice binario presentano un livello di incidentalità leggermente maggiore di quello dei PL su linee a doppio binario (2,2% vs. 1%).

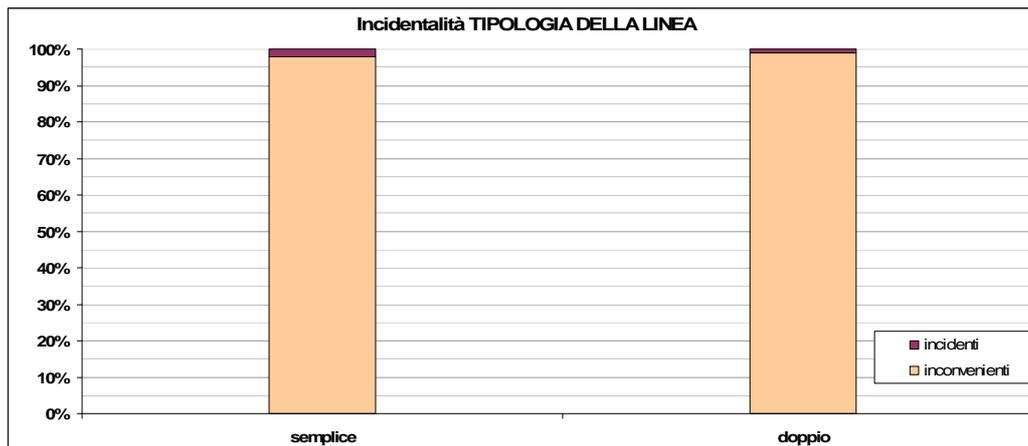


Figura 73. Incidentalità per tipologia della linea

Nei grafici da Figura 74 a Figura 78 sono considerate, separatamente, le 5 tipologie di evento statisticamente più significative.

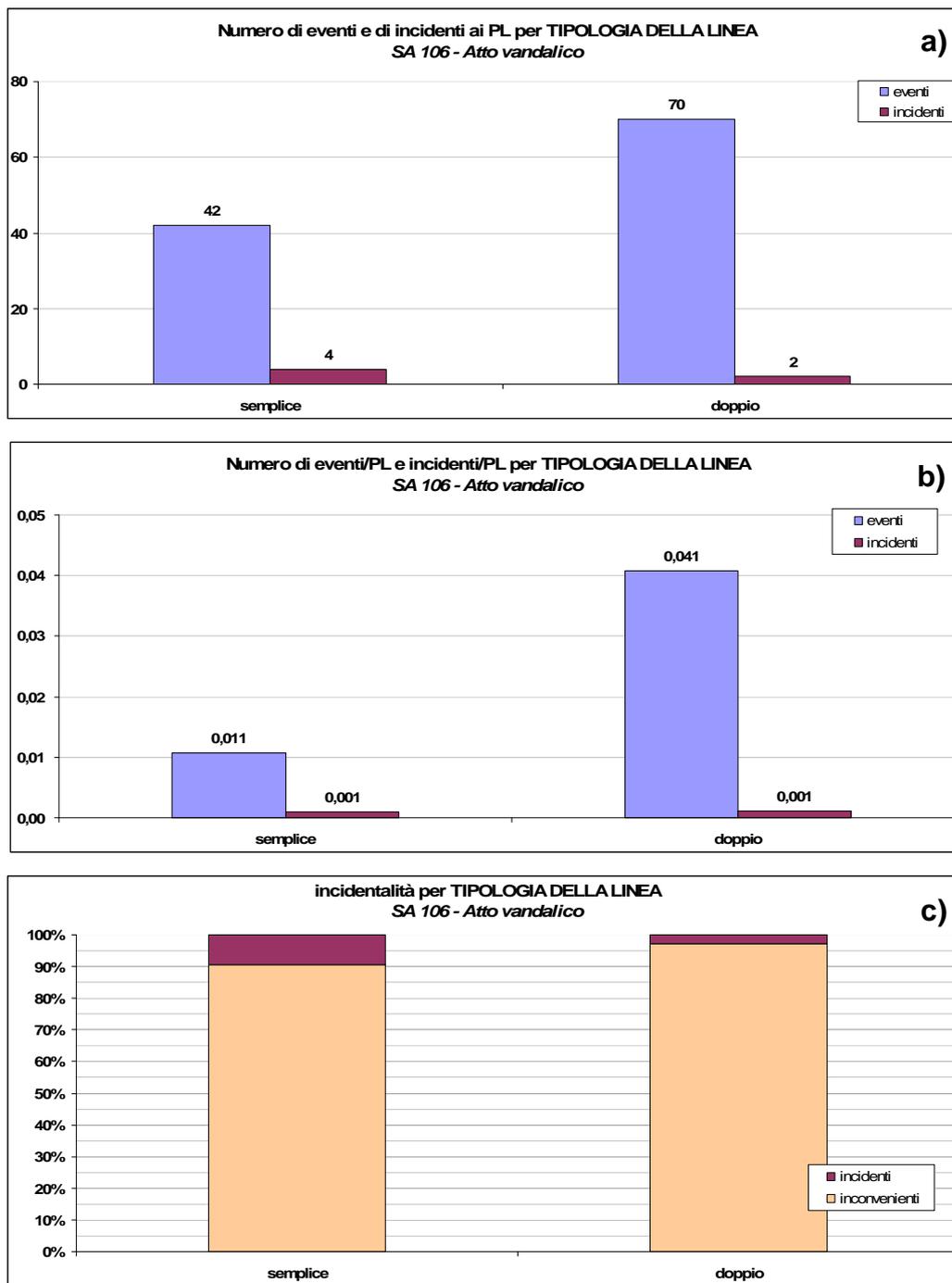


Figura 74. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per *tipologia della linea*. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per *tipologia della linea*. c) Incidentalità della tipologia SA106 per *tipologia della linea*.

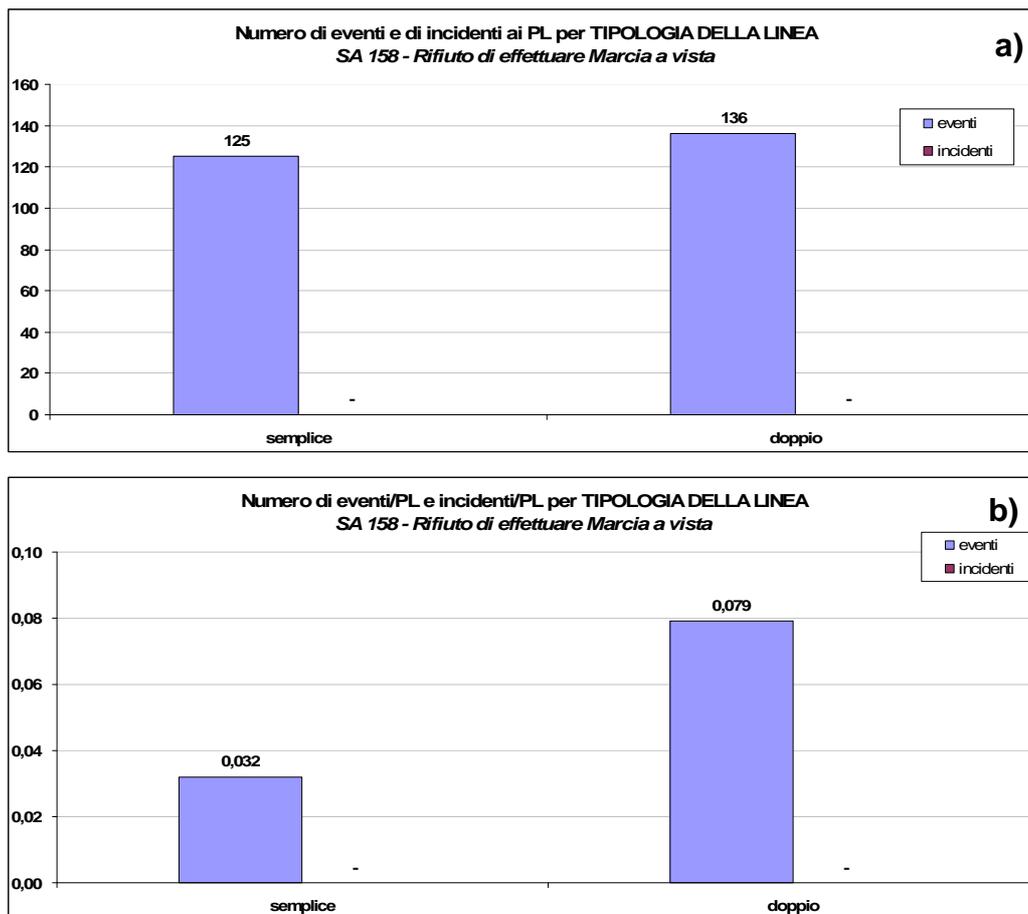


Figura 75. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per *tipologia della linea*. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per *tipologia della linea*.

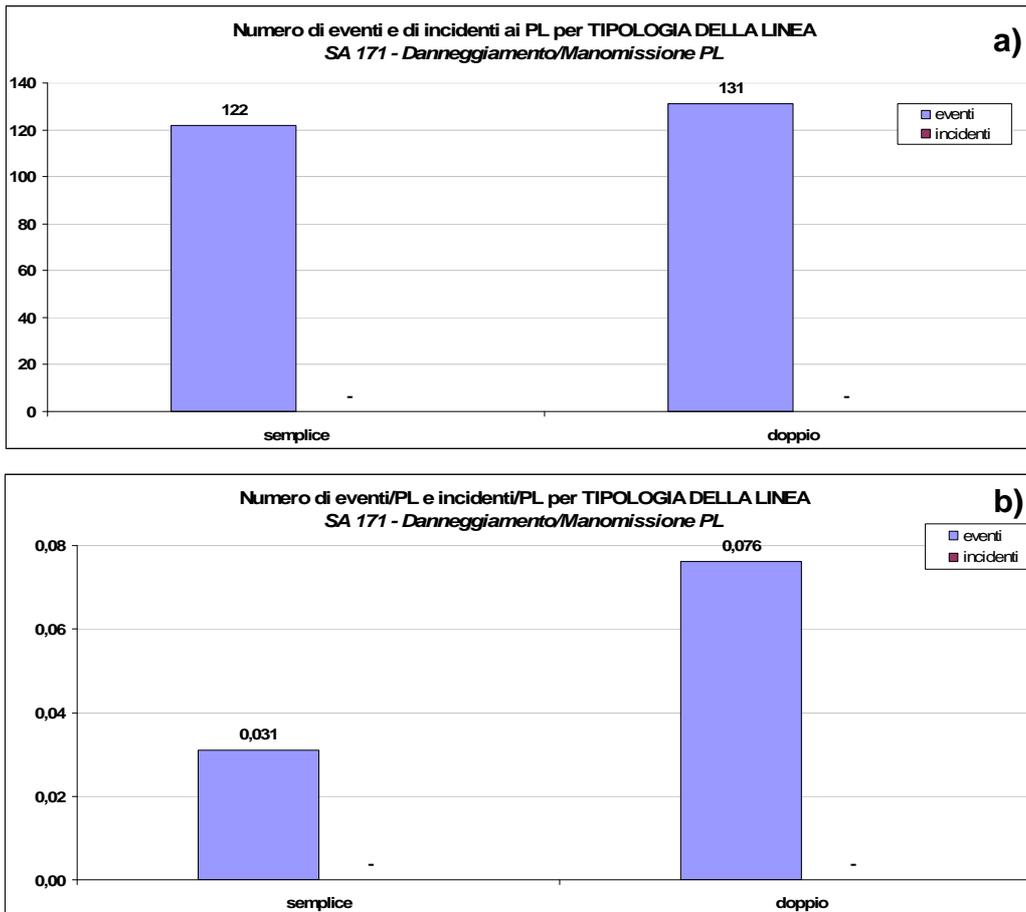


Figura 76. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per *tipologia della linea*. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per *tipologia della linea*.

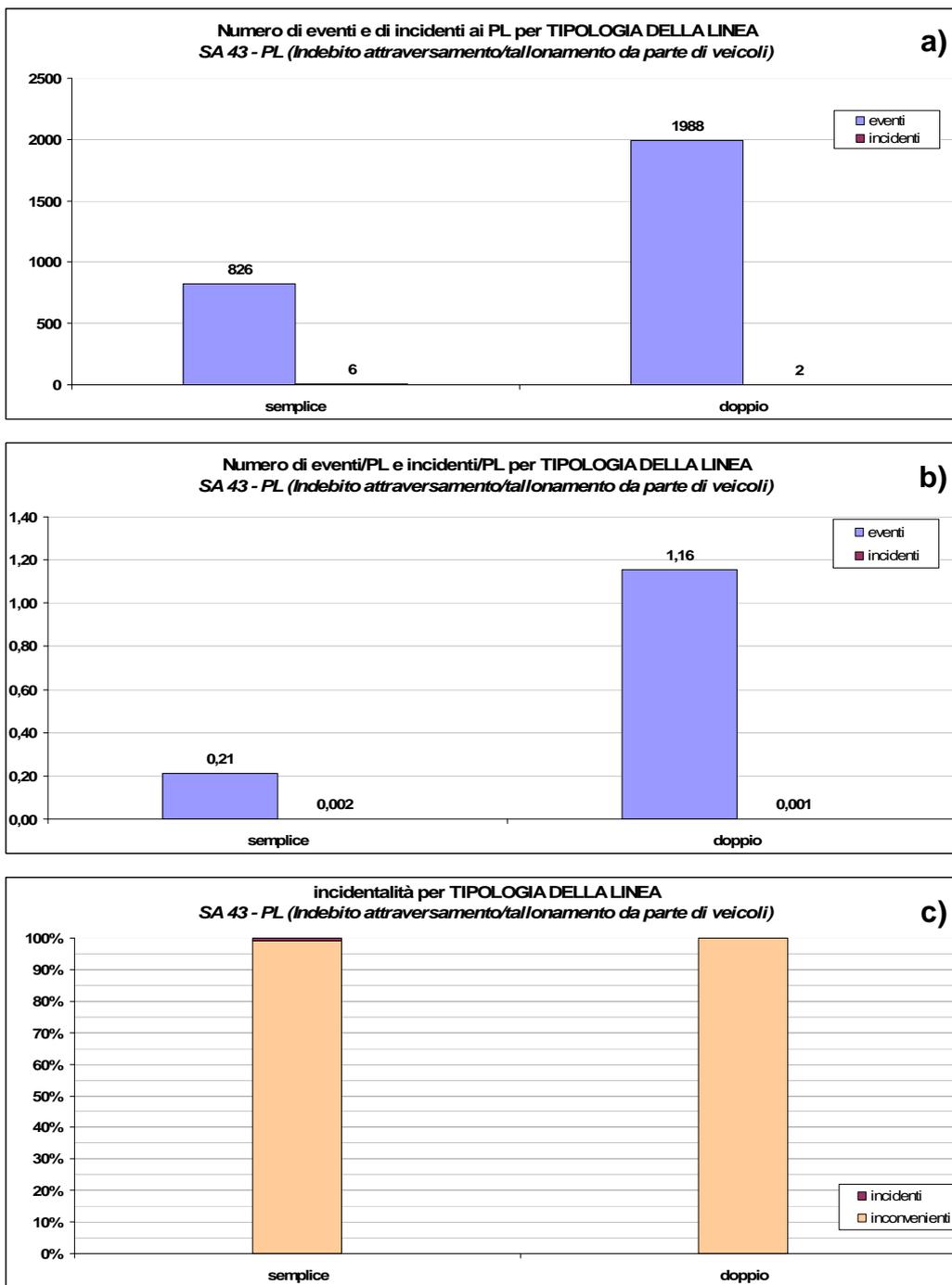


Figura 77. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per tipologia della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per tipologia della linea. c) Incidentalità della tipologia SA43 per tipologia della linea.

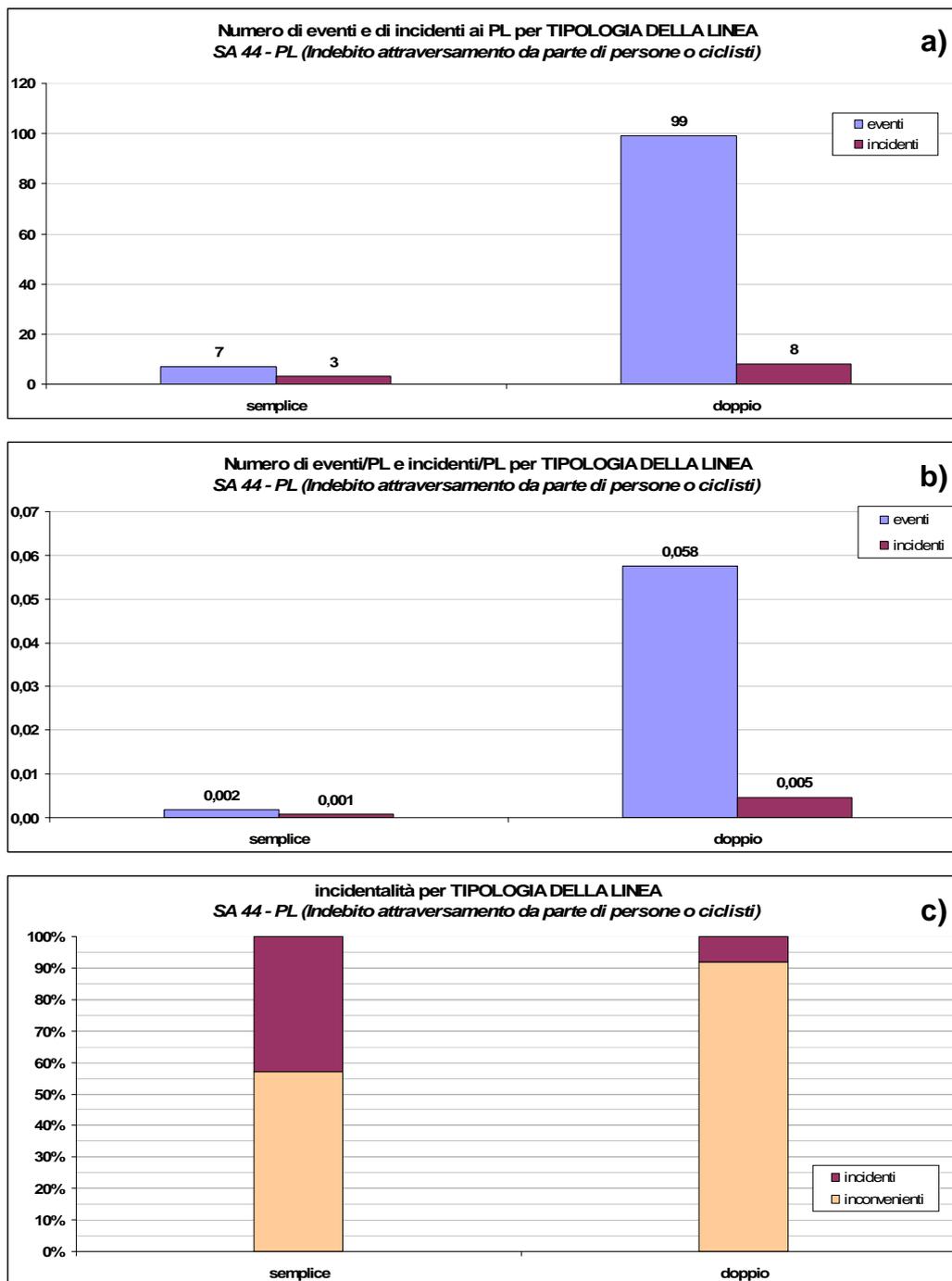


Figura 78. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per tipologia della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per tipologia della linea. c) Incidentalità della tipologia SA44 per tipologia della linea.

I risultati che si possono trarre nel complesso sono i seguenti:

- per tutte le tipologie di evento considerate, i PL su *linee a doppio binario* presentano sia il maggior numero assoluto di eventi, sia il maggior numero di eventi/PL; per numero assoluto di incidenti e numero di incidenti/PL non ci sono sostanziali differenze fra le due tipologie;

- se si considerano le tipologie di evento SA43 – PL (*Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli*) e SA44 – PL (*Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*), i PL su linee a semplice binario hanno sempre un livello di incidentalità maggiore dei PL su linee a doppio binario (0,7% vs. 0,1% per la per la tipologia di evento SA43 e 43% vs. 8% per la tipologia di evento SA44).

In Figura 79 si riporta il grafico che illustra la percentuale di PL critici (secondo i 3 livelli di criticità definiti a pag. 28) per *tipologia della linea*; risulta che i PL su linee a doppio binario non solo hanno la percentuale più alta di PL critici (37% vs. 19% della percentuale di PL critici per PL su linee a semplice binario), ma includono la maggior parte dei PL ad alta criticità.

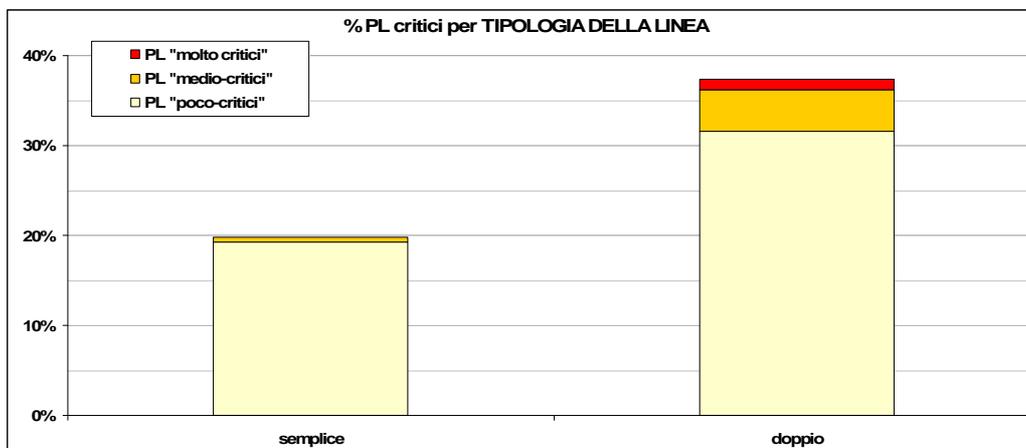


Figura 79. Percentuale di PL critici per *tipologia della linea*

Analisi dati per VELOCITÀ MASSIMA DELLA LINEA

Utilizzando le informazioni relative al campo "velocità max. della linea" (indicato nella colonna AE del foglio di lavoro Tab_3_4), nel foglio di lavoro Tab_4 si è aggiunta una tabella che riporta, in base a 4 classi di velocità massima della linea²⁶, le quantità da a) ad e) elencate illustrando l'analisi dati per COMPARTIMENTO (ref. pag.36); inoltre, utilizzando il numero di PL per ogni classe di velocità massima della linea (ref. Figura 12.a)) come *fattore di scala* rispetto al quale normalizzare i dati statistici grezzi è stato calcolato anche:

- il numero di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL normalizzato al numero di PL per ogni classe di velocità massima della linea;
- la percentuale di PL "poco critici", "mediamente critici" e "molto critici" rispetto al numero di PL per ogni classe di velocità massima della linea.

²⁶ Per aggregare i dati relativi ai diversi valori di velocità max. della linea indicati nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI sono state definite le seguenti classi di velocità: [20 km/h, 80 km/h[, [80 km/h, 120 km/h[, [120 km/h, 160 km/h[, ≥ 160 km/h

Nei grafici di Figura 80 è riportato:

- il numero di eventi e di incidenti ai PL, per ogni classe di *velocità massima della linea*;
- la distribuzione di eventi e di incidenti ai PL per ogni classe di *velocità massima della linea*.

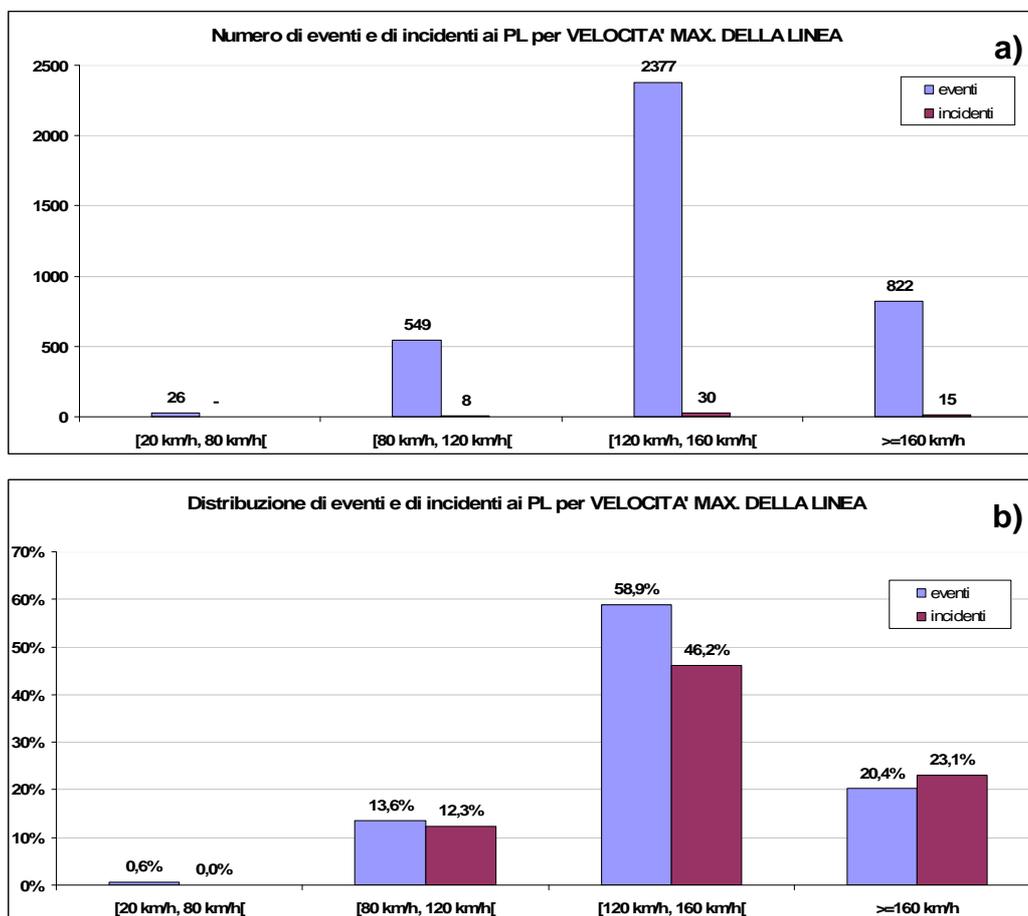


Figura 80. a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per velocità massima della linea. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per velocità massima della linea.

Da Figura 80 risulta che il maggior numero assoluto di eventi e incidenti ai PL si verifica in corrispondenza di PL su linee con velocità max. compresa nell'intervallo [120km/h, 160km/h[; seguono, ma con notevole distacco, i PL su linee con velocità max. ≥ 160 km/h e quindi i PL su linee con velocità max compresa nell'intervallo [80km/h, 120 km/h[. Ai PL su linee con velocità max. compresa nell'intervallo [20 km/h, 80 km/h[si verifica il numero più basso di eventi e incidenti ai PL.

Considerando il numero complessivo di PL per ogni classe di velocità massima della linea si ottiene il grafico di Figura 81, da cui i PL su linee con velocità massima ≥ 160 km/h risultano i più sfavorevoli in termini di eventi/PL e incidenti/PL, mentre i PL su linee con velocità massima nell'intervallo [20 km/h, 80 km/h[si confermano come i meno rischiosi.

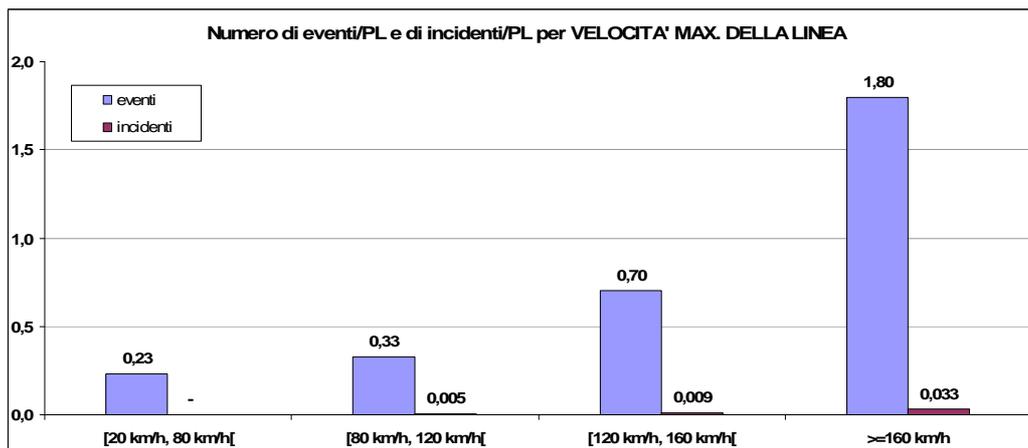


Figura 81. Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per velocità massima della linea

In Figura 82.a) è riportato il grafico del numero assoluto e relativo dei morti in incidenti ai PL per velocità massima della linea.

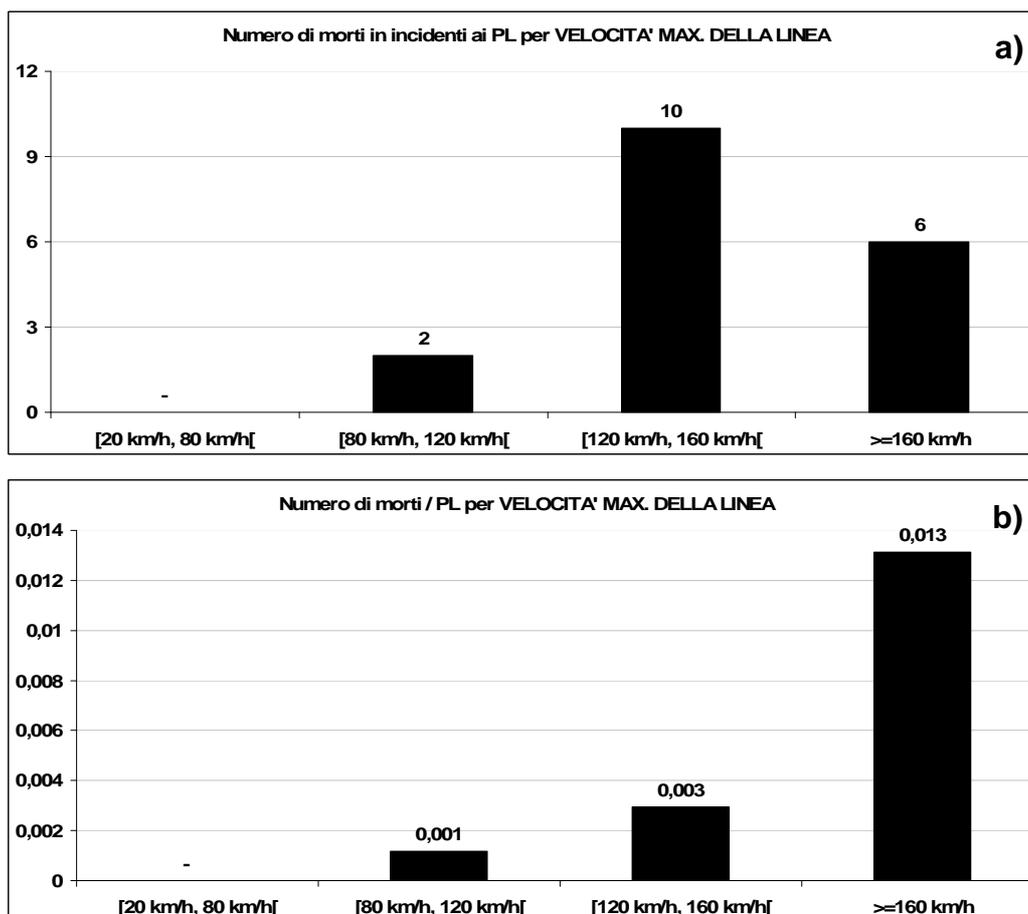


Figura 82. Numero di morti in incidenti ai PL per velocità massima della linea

Il 55% dei 18 morti verificatisi ai PL per i quali è stato possibile trovare una corrispondenza con i dati della Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI ha

interessato PL su *linee con velocità massima nell'intervallo [120km/h, 160km/h[*, il 34% ha interessato PL su *linee con velocità massima ≥ 160 km/h* e il restante 12% ha interessato PL su *linee con velocità massima nell'intervallo [80km/h, 120km/h[*, rispecchiando, sostanzialmente l'andamento osservato per eventi e incidenti ai PL di Figura 80. Normalizzando il numero dei morti al numero totale di PL per ciascuna classe di velocità massima della linea (Figura 82.b)), si ottiene una situazione analoga a quella di Figura 81.

Nel grafico di Figura 83 è riportata l'incidentalità dei PL, secondo la *classe di velocità massima della linea* cui appartengono: si osserva che i PL su linee con velocità massima nell'intervallo [20 km/h, 80 km/h[hanno incidentalità nulla, mentre le altre tipologie di PL hanno livelli di incidentalità molto simili fra loro.

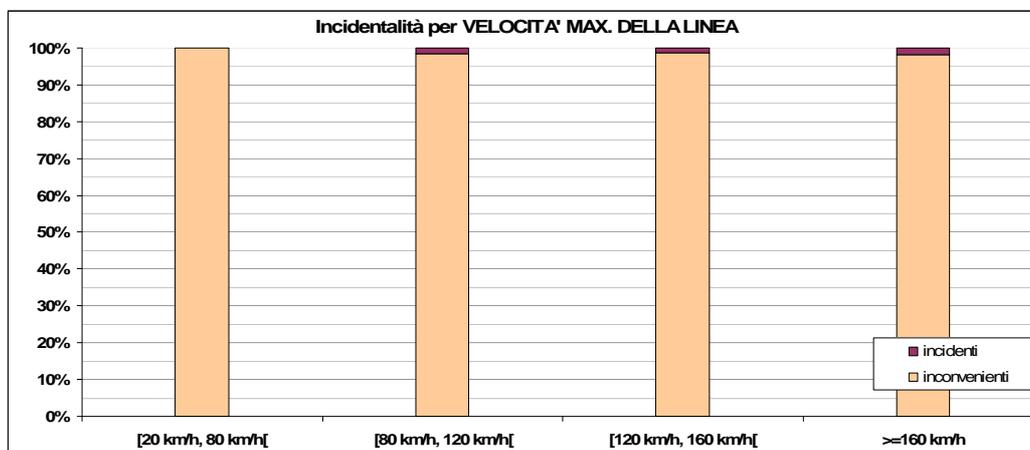


Figura 83. Incidentalità per velocità massima della linea

Nei grafici da Figura 84 a Figura 88 sono considerate, separatamente, le 5 tipologie di evento statisticamente più significative.

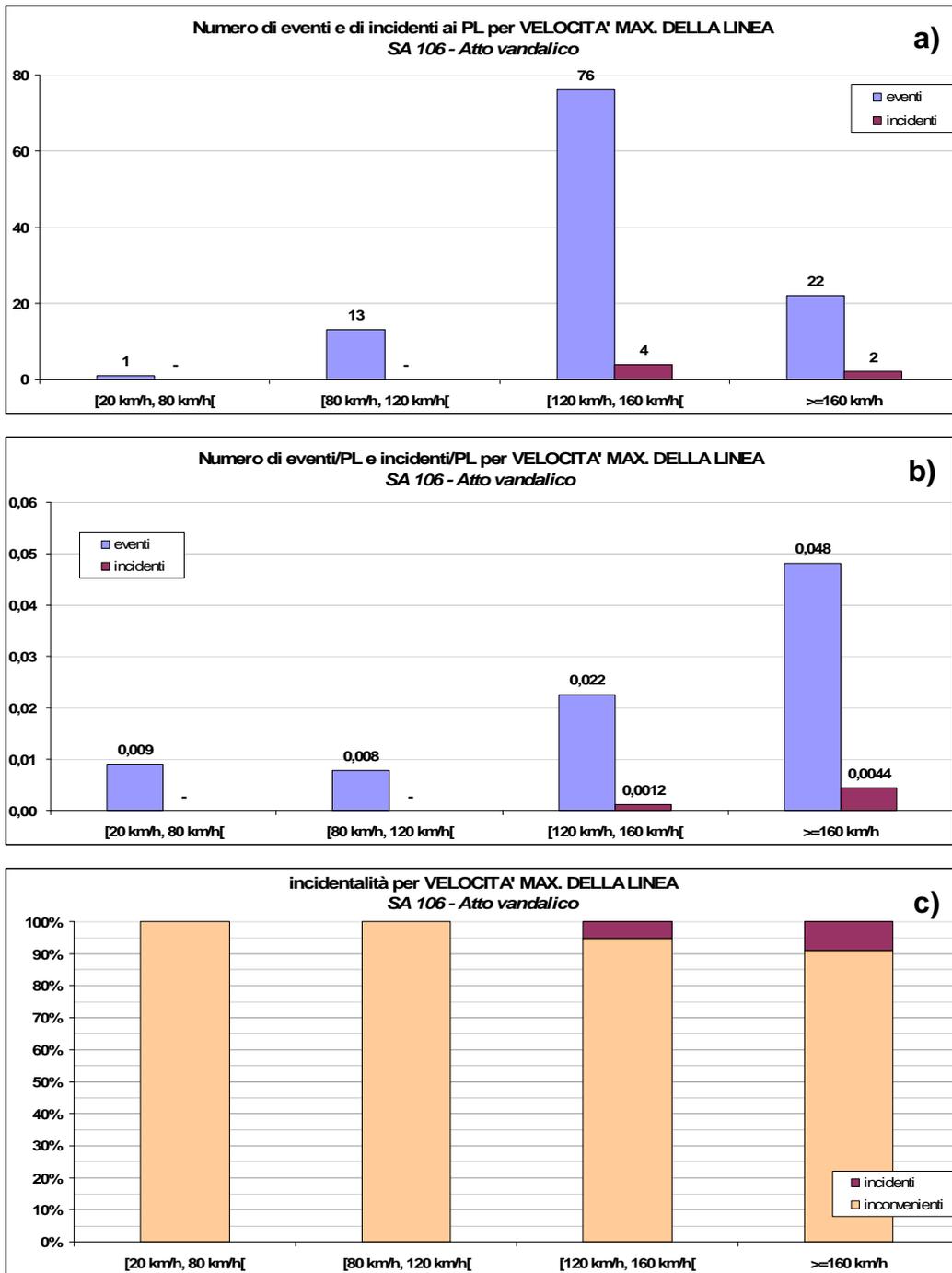


Figura 84. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per velocità massima della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per velocità massima della linea. c) Incidentalità della tipologia SA106 per velocità massima della linea.

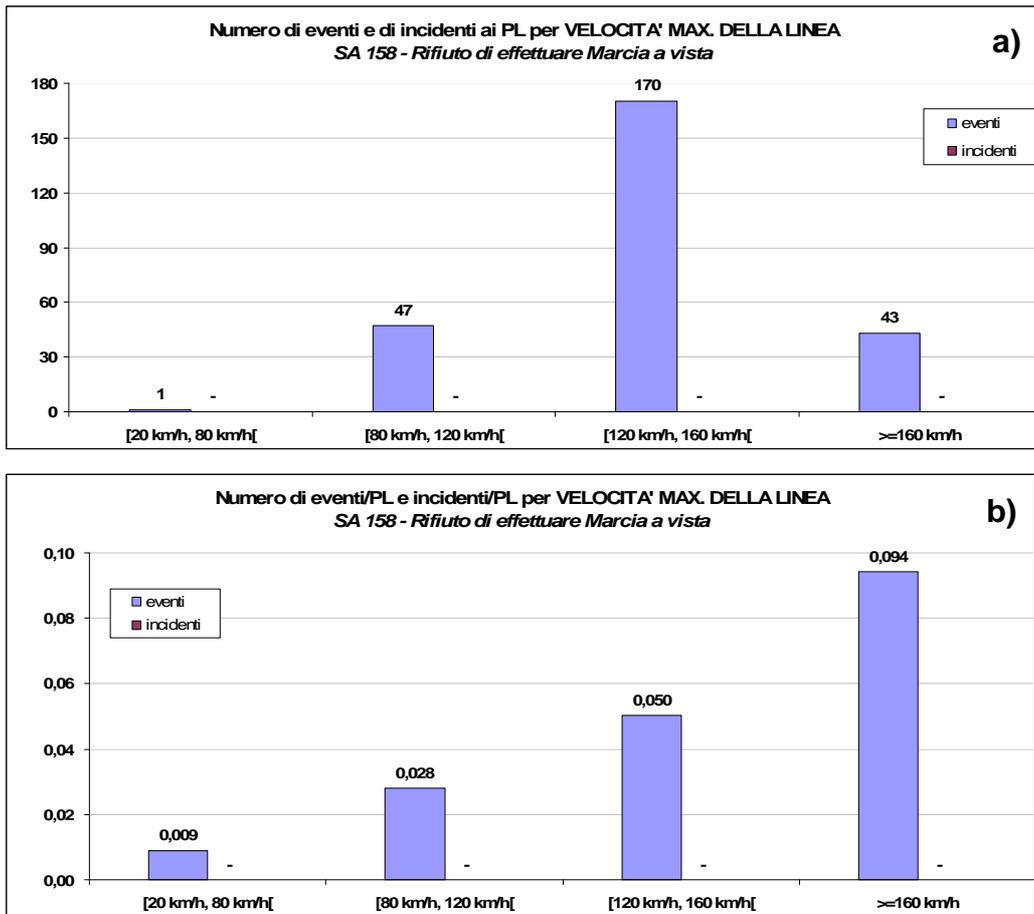


Figura 85. a) Numero di eventi e incidenti di tipologia SA158 per velocità massima della linea. b) Media di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per velocità massima della linea.

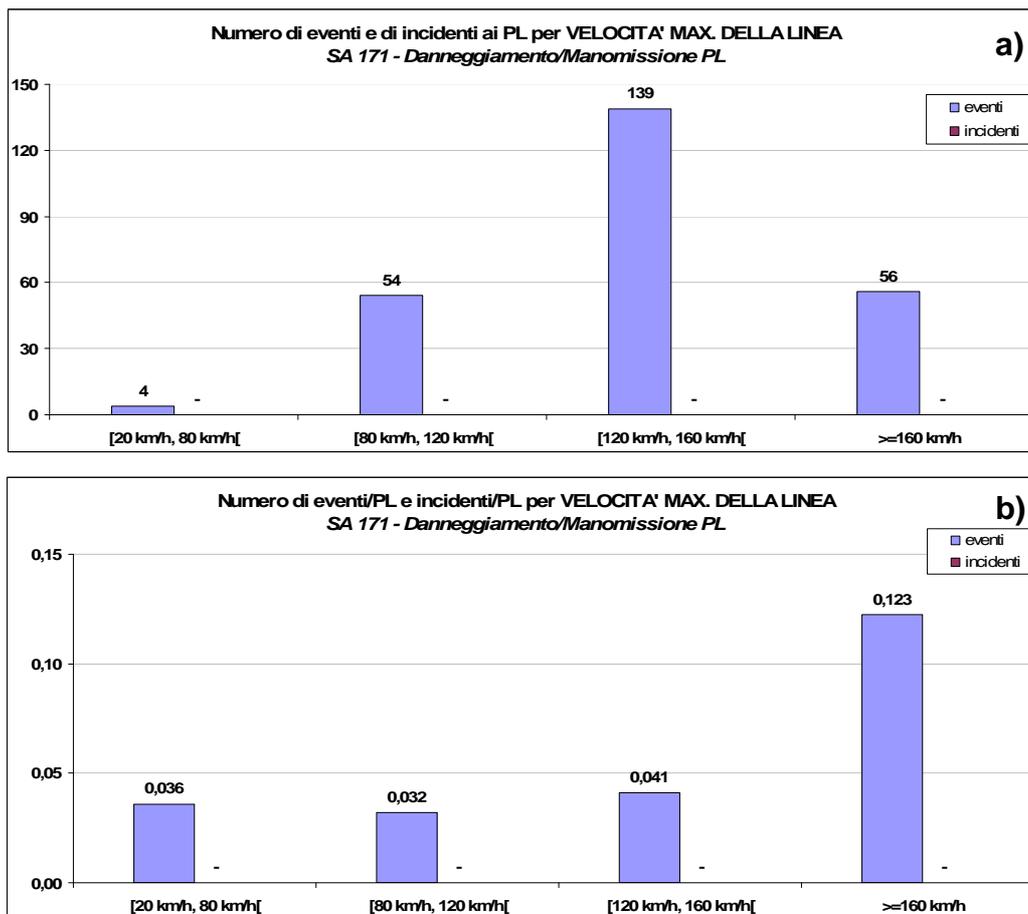


Figura 86. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per *velocità massima della linea*. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per *velocità massima della linea*.

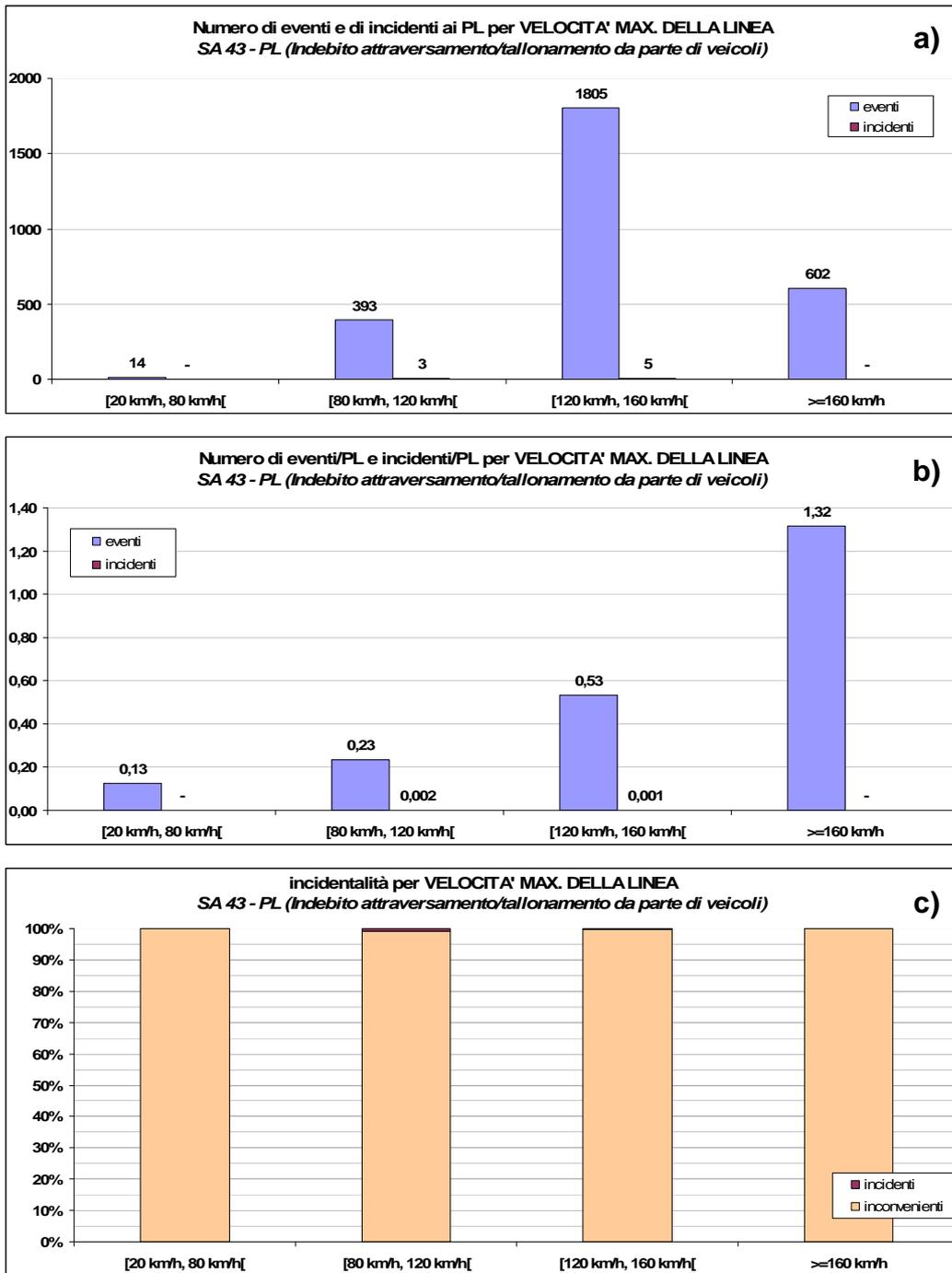


Figura 87. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per velocità massima della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per velocità massima della linea. c) Incidentalità della tipologia SA43 per velocità massima della linea.

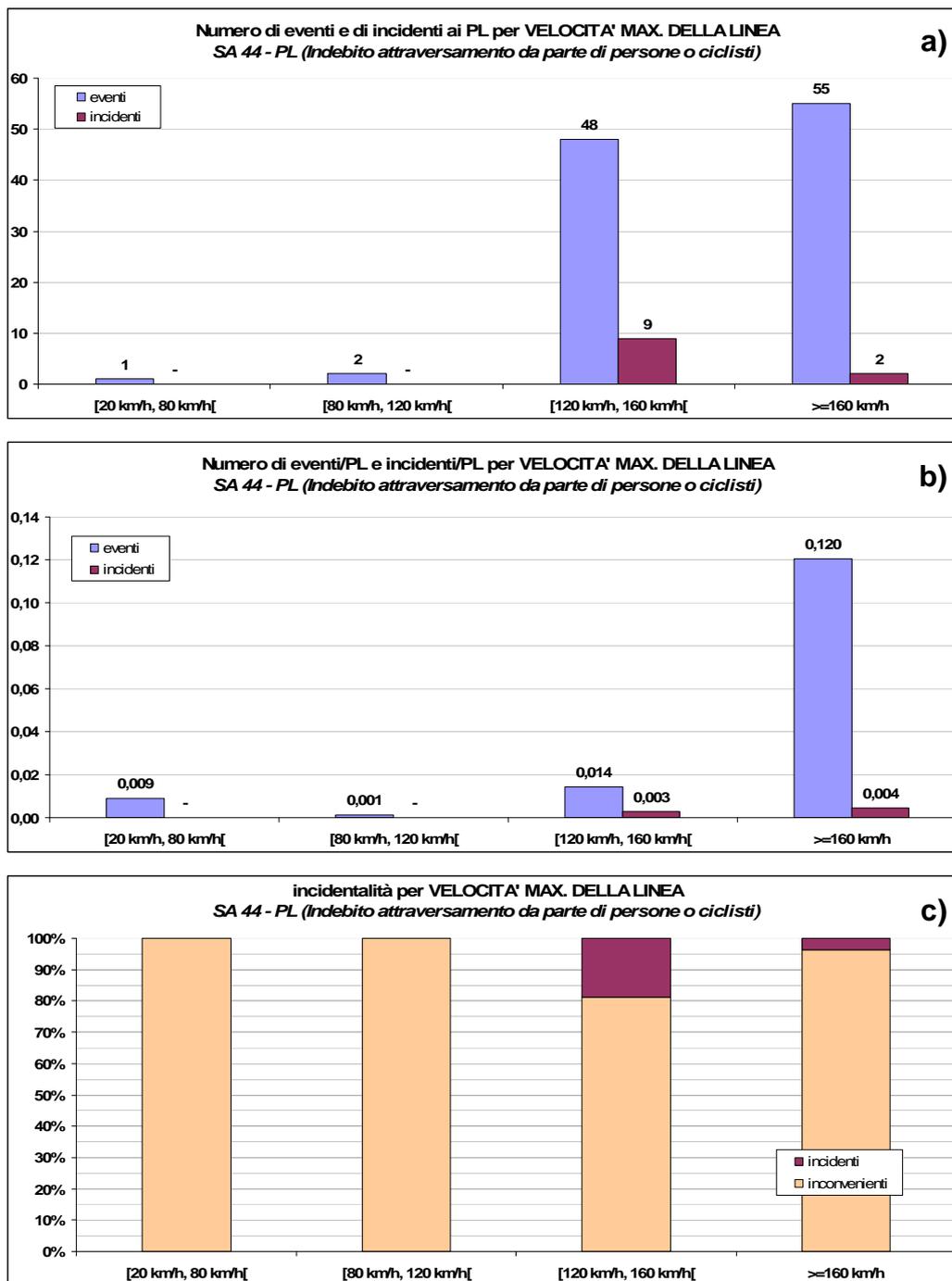


Figura 88. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per velocità massima della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per velocità massima della linea. c) Incidentalità della tipologia SA44 per velocità massima della linea.

Si osserva che per tutte le tipologie di evento, sebbene il numero assoluto di eventi riguardi sempre i PL su linee con velocità max. compresa nell'intervallo [120km/h, 160km/h[, il numero di eventi/PL aumenta all'aumentare della velocità massima della linea; per le tipologie di evento che presentano incidenti, anche il numero di incidenti/PL generalmente aumenta

all'aumentare della velocità massima della linea. Risulta, infine, che i PL su linee con velocità max. compresa negli intervalli [80km/h, 120 km/h[e [120km/h, 160km/h[sono più critici per quanto riguarda gli incidenti dovuti ad eventi di tipologia SA43 – PL (*Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli*), mentre i PL su linee con velocità max. compresa negli intervalli [120km/h, 160km/h[e ≥ 160 km/h sono più critici per quanto riguarda gli incidenti dovuti ad eventi di tipologia SA44 – PL (*Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*).

In Figura 89 si riporta il grafico che illustra la percentuale di PL critici (secondo i 3 livelli di criticità definiti a pag. 28) per *velocità massima della linea*: risulta che la percentuale di PL critici aumenta all'aumentare della velocità massima della linea; inoltre, sulle linee con velocità max. compresa negli intervalli [120km/h, 160km/h[e ≥ 160 si trova il 95% dei PL ad alta criticità.

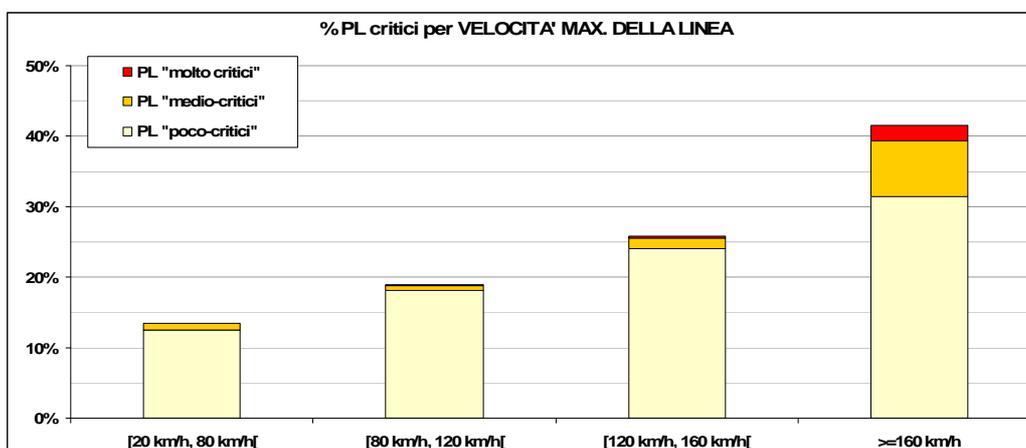


Figura 89. Percentuale di PL critici per velocità max. della linea

Analisi dati per NUMERO DI TRENI/GIORNO

Utilizzando le informazioni relative al campo "n. treni giornalieri" (indicato nella colonna AF del foglio di lavoro Tab_3_4), nel foglio di lavoro Tab_4 si è aggiunta una tabella che riporta, in base a 8 intervalli di numero treni/giorno²⁷, le quantità da a) ad e) elencate illustrando l'analisi dati per COMPARTIMENTO (ref. pag.36); inoltre, utilizzando il numero di PL per ogni intervallo di numero treni/giorno (ref. Figura 13.a) come *fattore di scala* rispetto al quale normalizzare i dati statistici grezzi è stato calcolato anche:

- f) il numero di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL normalizzato al numero di PL per ogni intervallo di numero treni/giorno;

²⁷ Per aggregare i dati relativi ai diversi valori di n.treni giornalieri indicati nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI sono state definiti i seguenti intervalli: 0, 1-20, 21-40, 41-60, 61-80, 81-100, 101-120, 121-140

g) la percentuale di PL "poco critici", "mediamente critici" e "molto critici" rispetto al numero di PL per ogni intervallo di numero treni/giorno.

Nei grafici di Figura 90 è riportato

- a) il numero di eventi e di incidenti ai PL per *numero di treni/giorno*;
- b) la distribuzione di eventi e di incidenti ai PL per *numero di treni/giorno*.

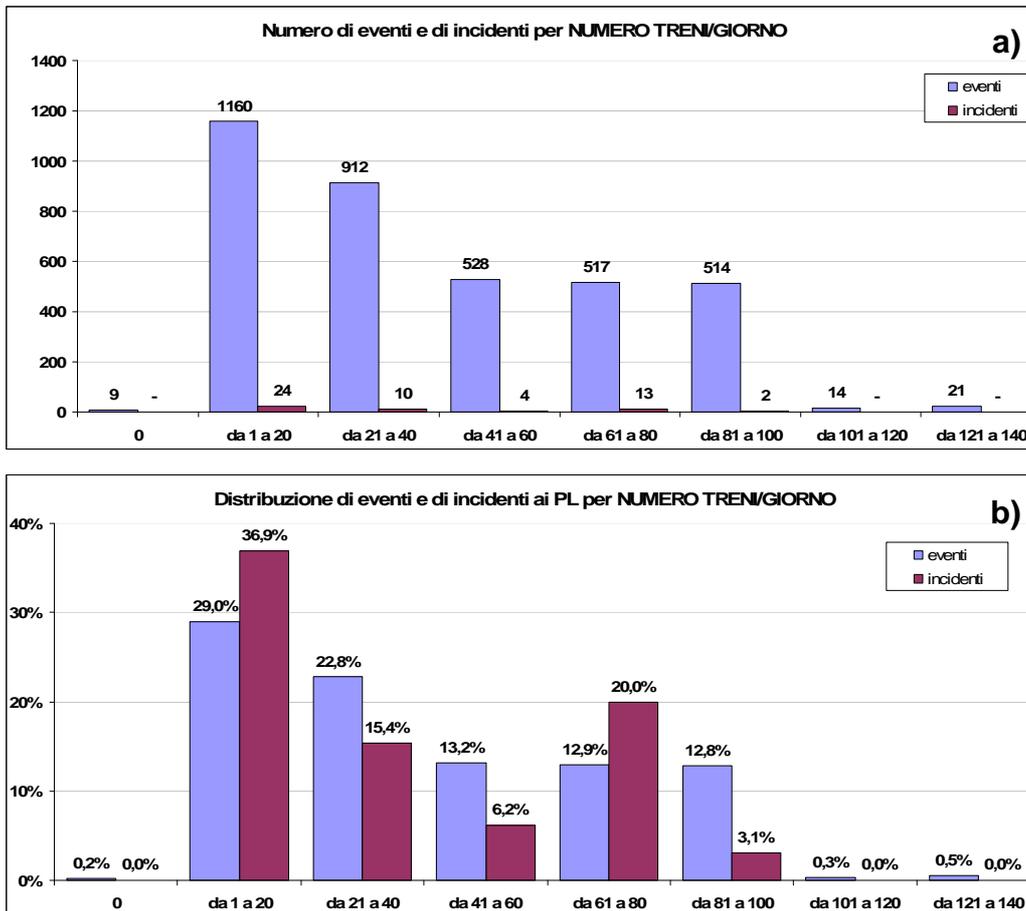


Figura 90. a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per *numero di treni/giorno*. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per *numero di treni/giorno*.

Come anticipato, non verranno presi in considerazione i dati associati alla categoria "0 treni/giorno", poichè questa indicazione è priva di significato.

Da Figura 90 risulta che in corrispondenza dei PL interessati da un numero di treni/giorno compreso fra 1 e 20 si verifica quasi il 30% degli eventi a PL e più del 35% degli incidenti a PL; il numero assoluto di eventi e incidenti a PL va, poi, progressivamente riducendosi man mano che aumenta il numero di treni/giorno che interessano i PL.

Considerando il numero complessivo di PL per *numero di treni/giorno* si ottiene il grafico di Figura 91, da cui risulta che i PL maggiormente soggetti ad eventi anomali sono quelli

interessati da un numero di treni/giorno compreso fra 81 e 100, mentre i PL maggiormente soggetti ad incidenti sono quelli interessati da un numero di treni/giorno compreso fra 61 e 80.

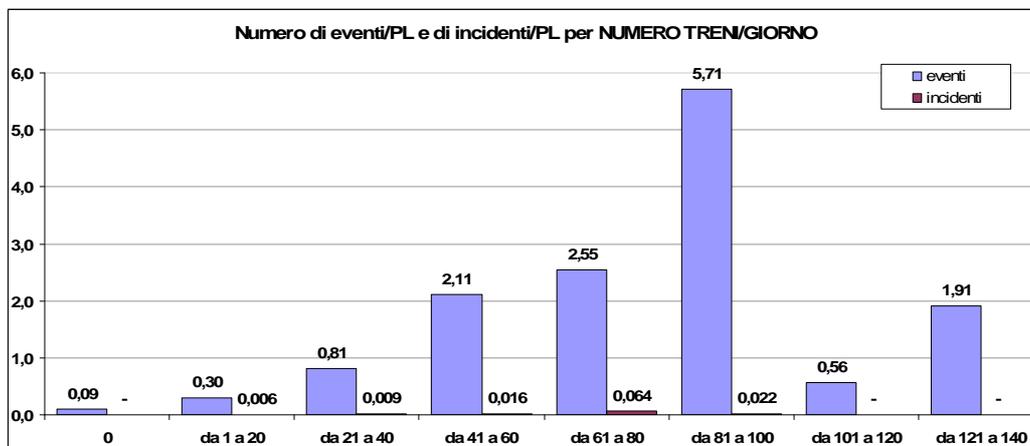


Figura 91. Numero relativi di eventi/PL e di incidenti/PL per numero di treni/giorno

In Figura 92.a) è riportato il grafico relativo al numero assoluto dei morti in incidenti ai PL.

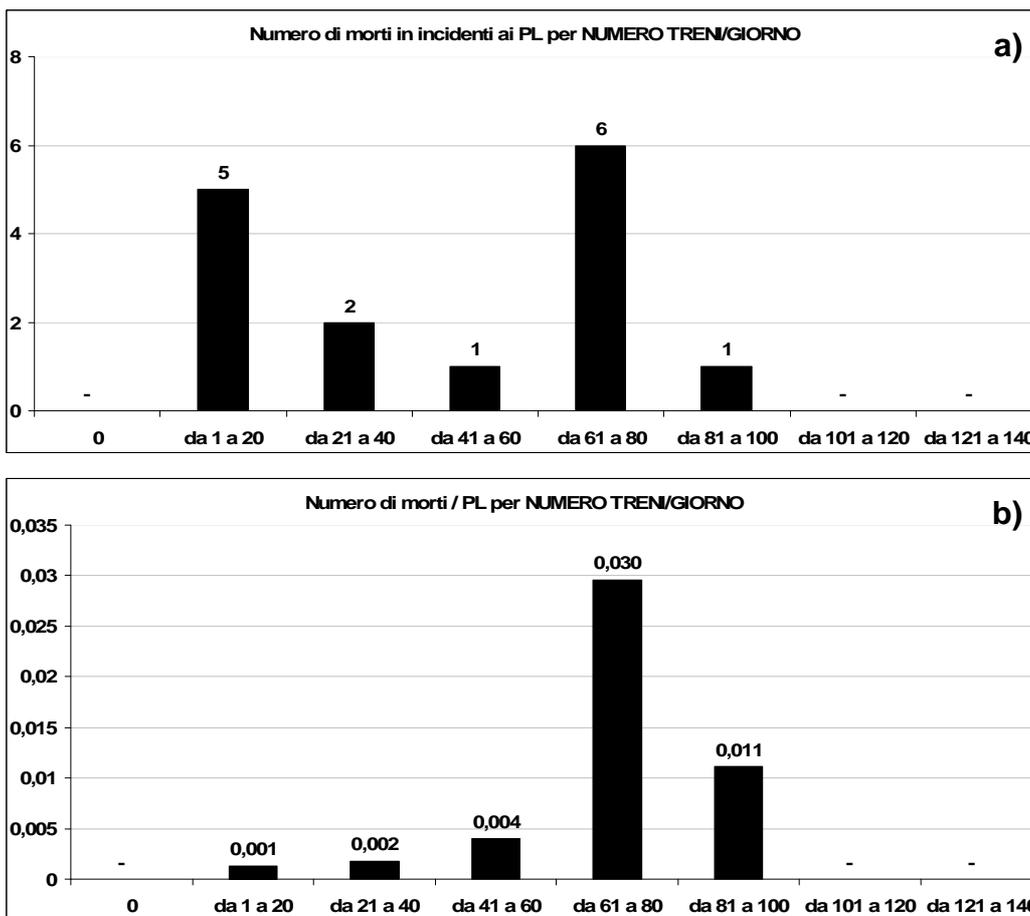


Figura 92. a) Numero assoluto di morti in incidenti ai PL per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di morti in incidenti ai PL per numero di treni/giorno

Risulta che il 60% dei 18 morti verificatisi ai PL per i quali è stato possibile trovare una corrispondenza con i dati della Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI è ripartito (quasi equamente) fra PL con un numero di treni/giorno compreso fra 1 e 20 e PL con un numero di treni/giorno compreso fra 61 e 80; tuttavia, se si rapporta il numero assoluto dei morti al numero complessivo dei PL di ciascuna tipologia si ottiene (Figura 92.b)) che il numero relativo di morti per PL è massimo per i PL con un numero di treni/giorno compreso fra 61 e 80.

Nel grafico di Figura 93 è riportata l'incidentalità dei PL, in base al *numero di treni/giorno* che li caratterizza.

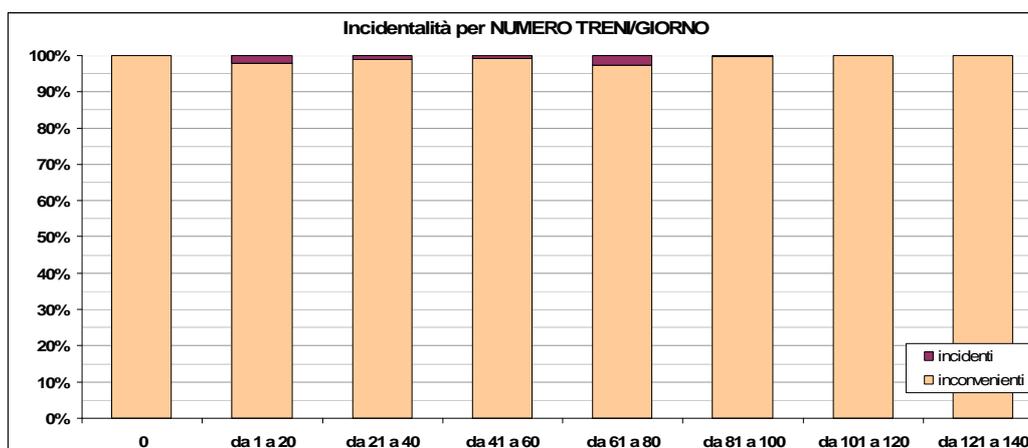


Figura 93. Incidentalità per numero di treni/giorno

Nei grafici da Figura 94 a Figura 98 sono considerate, separatamente, le 5 tipologie di evento statisticamente più significative.

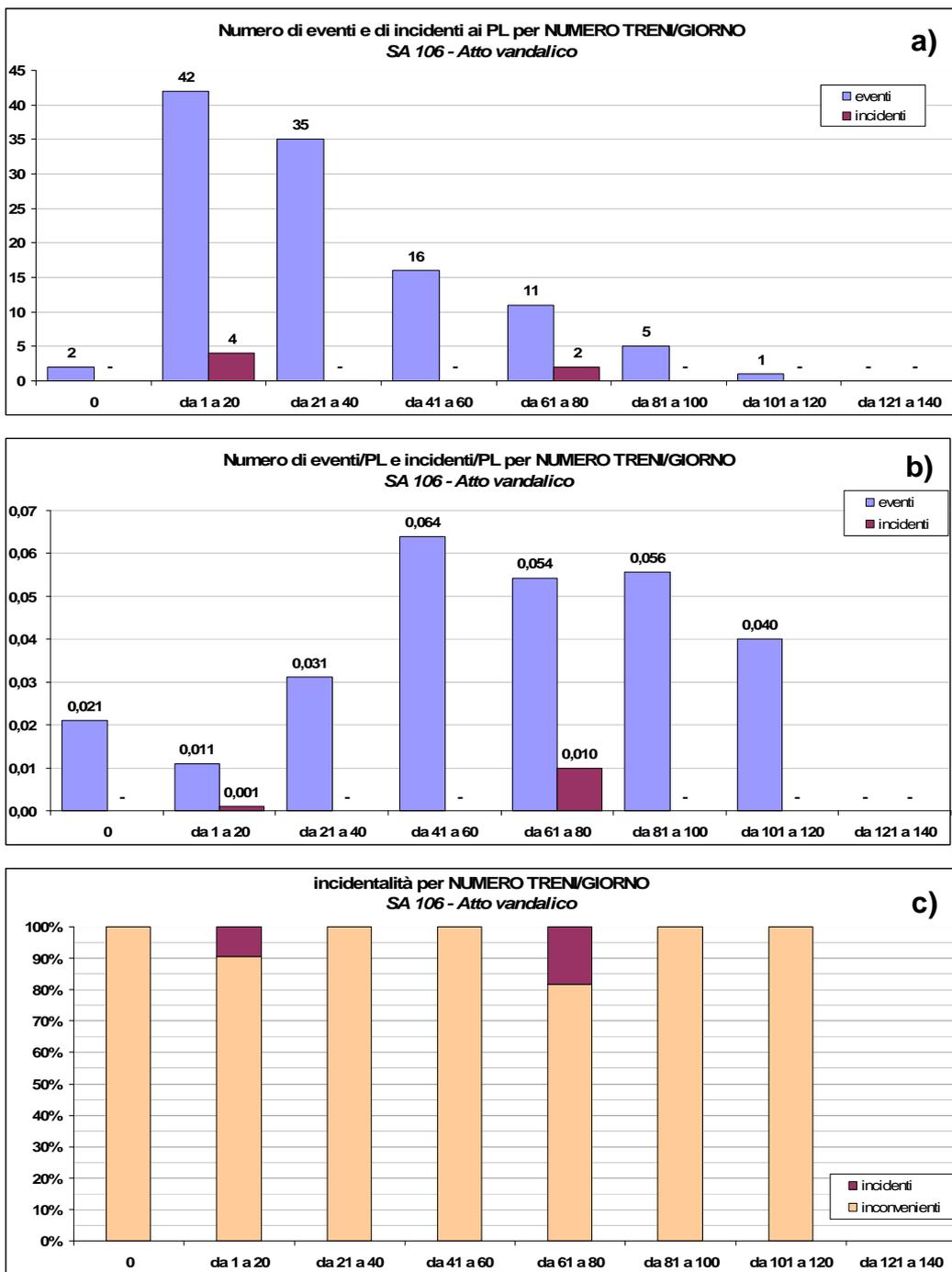


Figura 94. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per numero di treni/giorno. c) Incidentalità della tipologia SA106 per numero di treni/giorno.

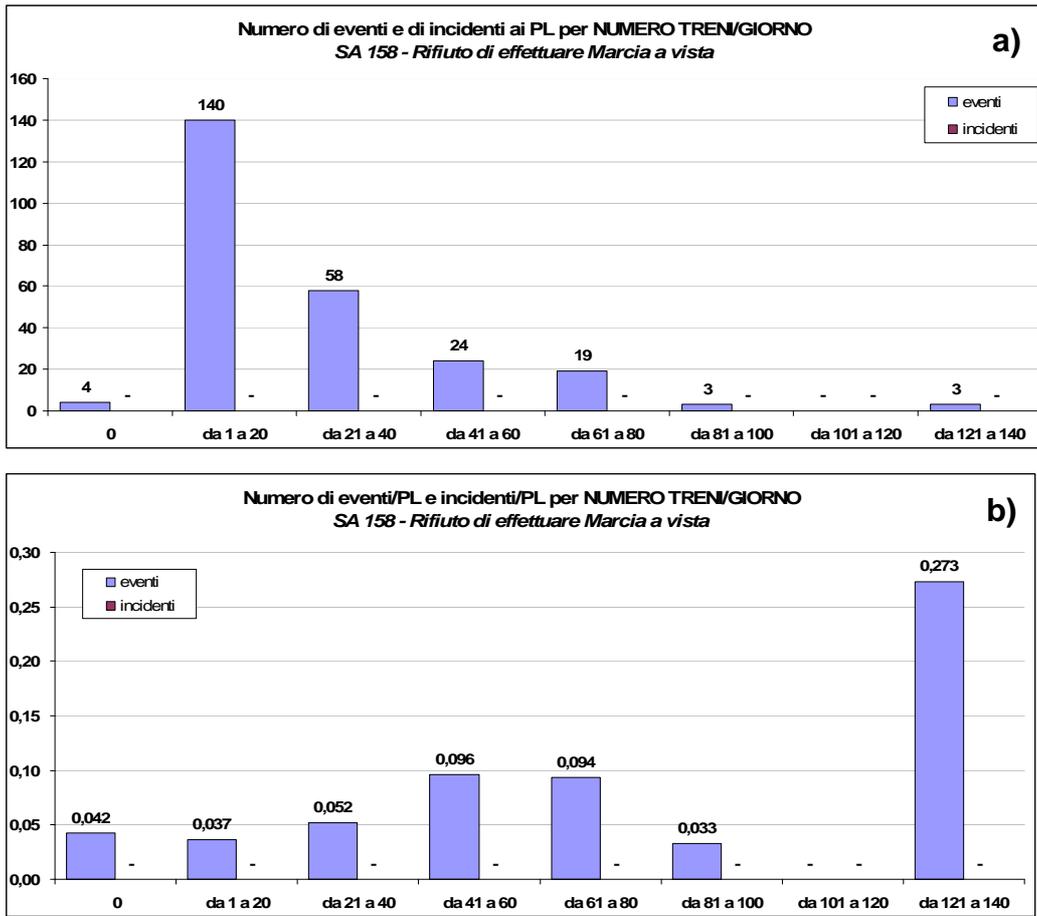


Figura 95. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per numero di treni/giorno.

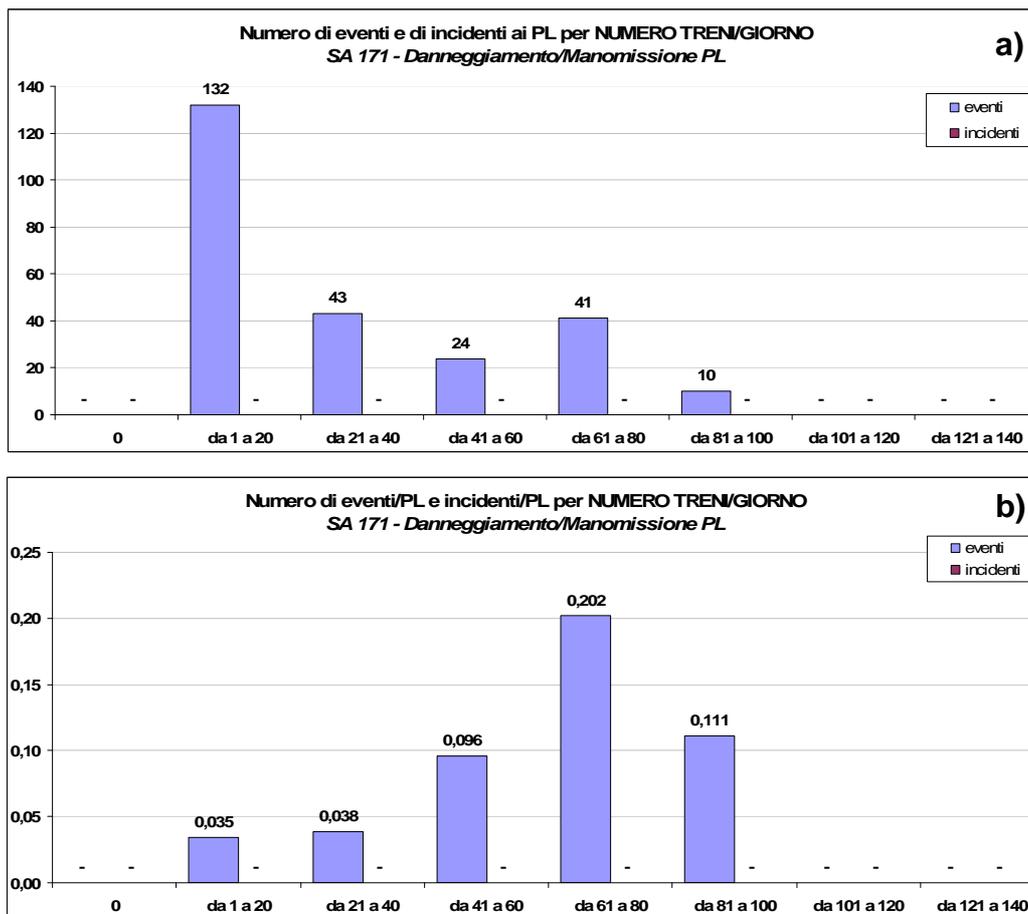


Figura 96. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per numero di treni/giorno.

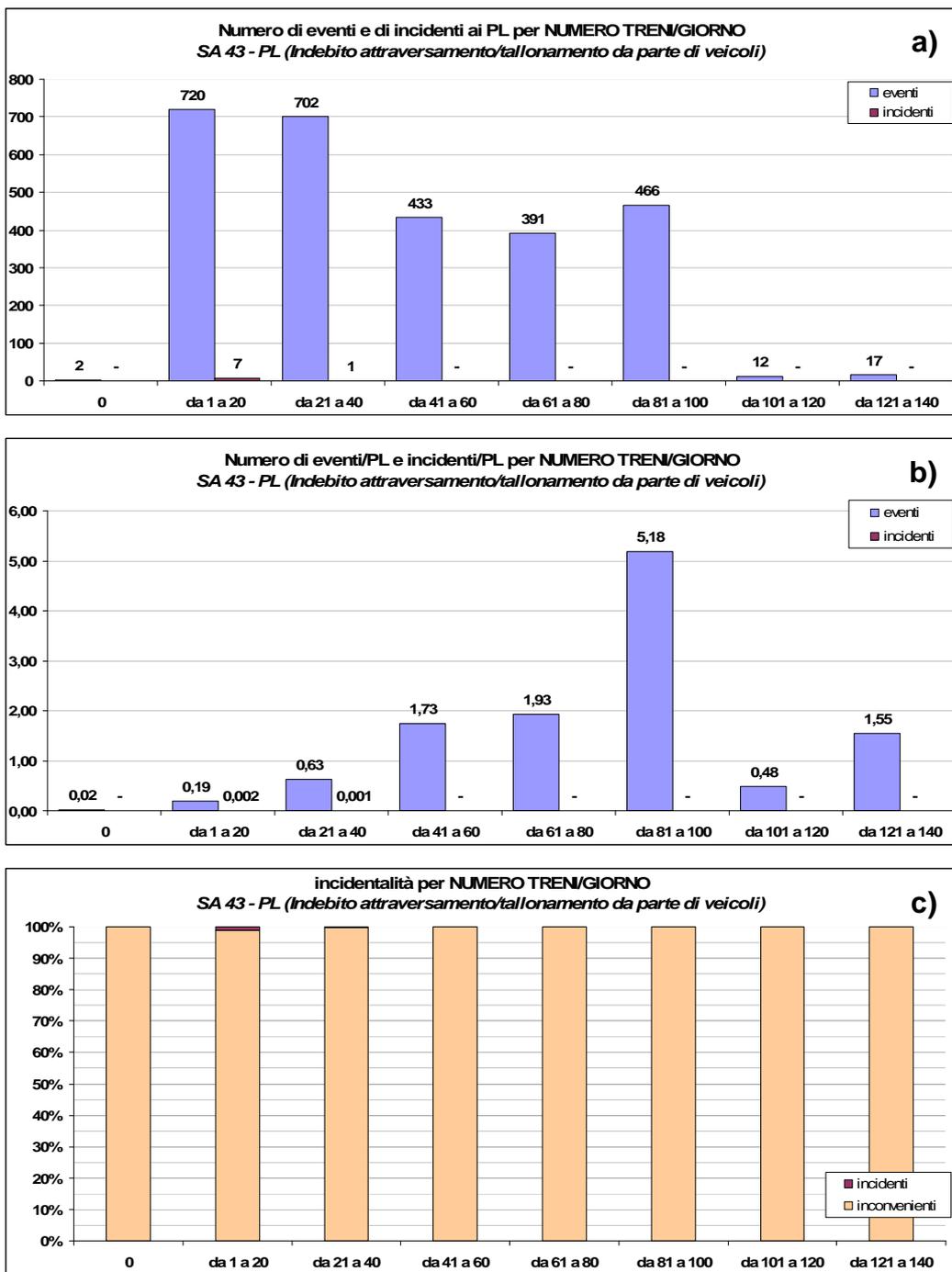


Figura 97. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per numero di treni/giorno. c) Incidentalità della tipologia SA43 per numero di treni/giorno.

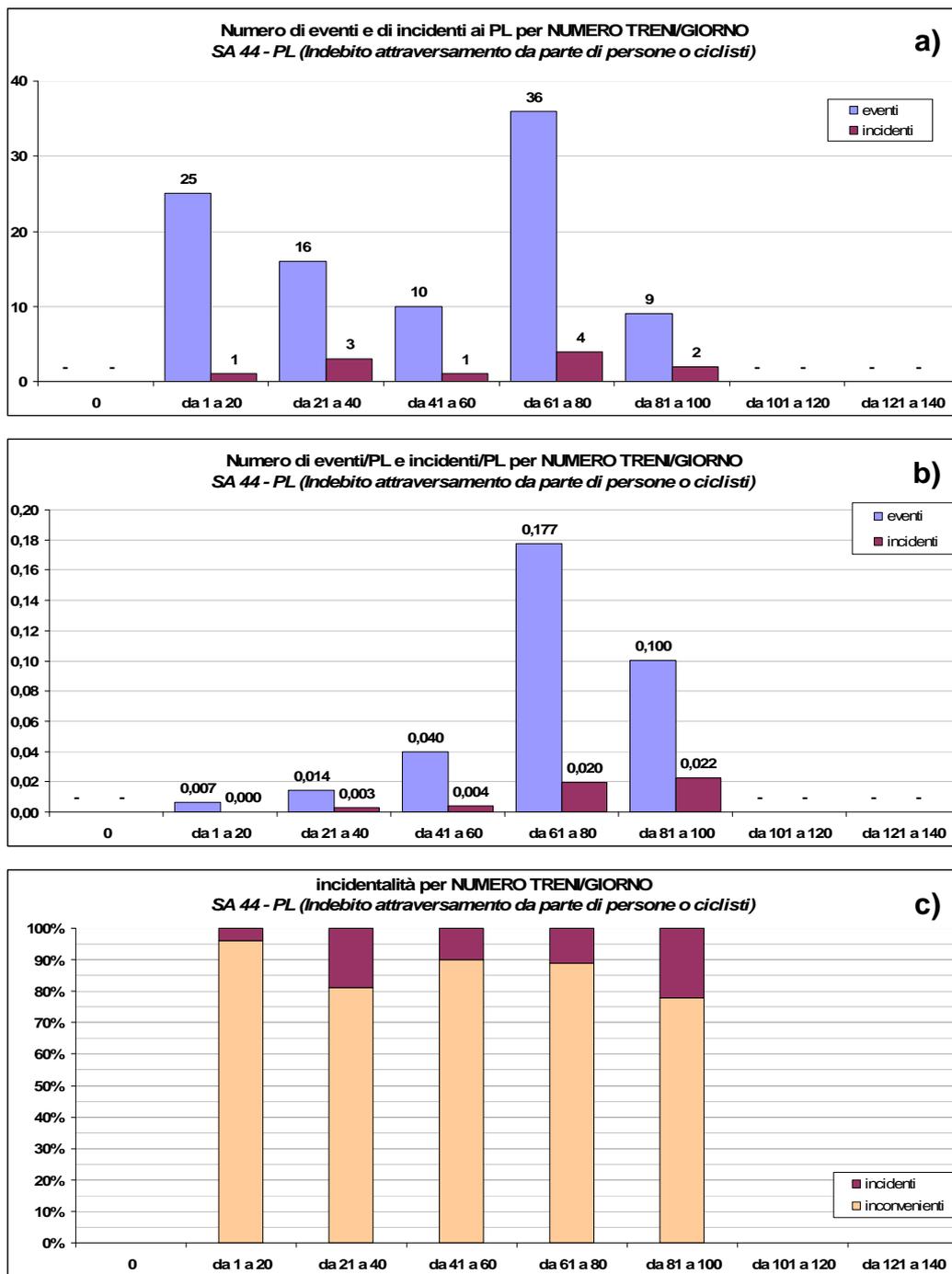


Figura 98. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per numero di treni/giorno. c) Incidentalità della tipologia SA44 per numero di treni/giorno.

Per tutte le tipologie di evento considerate, il numero assoluto di eventi è massimo per i PL interessati da pochi treni/giorno (fra 1 e 20) e va diminuendo all'aumentare del numero di treni/giorno; tuttavia, questo effetto è dovuto semplicemente al fatto che i PL interessati da un

numero di treni/giorno compreso fra 1 e 20 sono molto più numerosi delle altre tipologie di PL; infatti, se si normalizza il numero di eventi al numero di PL per ogni intervallo di numero treni/giorno, per tutte le tipologie di evento si osservano andamenti simili a quello generale descritto in Figura 91 e quando si verificano incidenti, il numero di incidenti/PL è generalmente maggiore per i PL interessati da un numero di treni/giorno maggiore. Si osserva, infine, che il livello di incidentalità è sempre molto elevato per gli eventi di tipologia SA44 – PL (*Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*), qualunque sia il numero di treni/giorno.

In Figura 99 si riporta il grafico che illustra la percentuale di PL critici (secondo i 3 livelli di criticità definiti a pag. 28) per numero di treni/giorno, in cui si osserva un generale aumento della percentuale di PL critici all'aumentare del numero di treni/giorno (con la sola eccezione dei PL interessati da un numero di treni/giorno compreso fra 101 e 120).

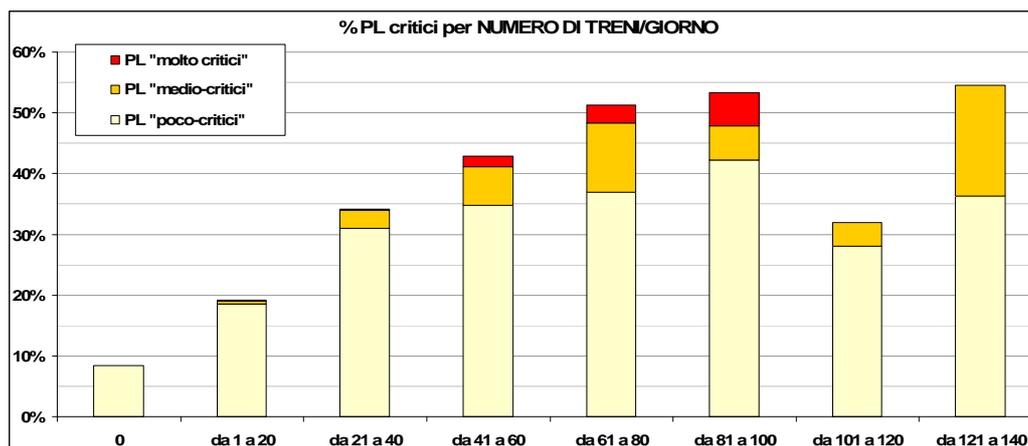


Figura 99. Percentuale di PL critici per numero di treni/giorno

Analisi dati per TEMPO MEDIO DI CHIUSURA PL PER SINGOLO TRENO

Utilizzando le informazioni relative al campo "tempo medio di chiusura per singolo treno" (indicato nella colonna Y del foglio di lavoro Tab_3_4), nel foglio di lavoro Tab_4 si è aggiunta una tabella che riporta, per ogni valore del tempo medio di chiusura del PL per singolo treno, le quantità da a) ad e) elencate illustrando l'analisi dati per COMPARTIMENTO (ref. pag.36); inoltre, utilizzando il numero di PL per tempo medio di chiusura del PL per singolo treno (ref. Figura 14.a) come *fattore di scala* rispetto al quale normalizzare i dati statistici grezzi è stato calcolato anche:

- f) il numero di eventi, inconvenienti e incidenti ai PL normalizzato al numero complessivo di PL per tempo medio di chiusura del PL per singolo treno;

g) la percentuale di PL "poco critici", "mediamente critici" e "molto critici" rispetto al numero complessivo di PL per tempo medio di chiusura del PL per singolo treno.

Nei grafici di Figura 100 è riportato:

- a) il numero di eventi e di incidenti ai PL per *tempo medio di chiusura PL*;
- b) la distribuzione di eventi e di incidenti ai PL per *tempo medio di chiusura PL*.

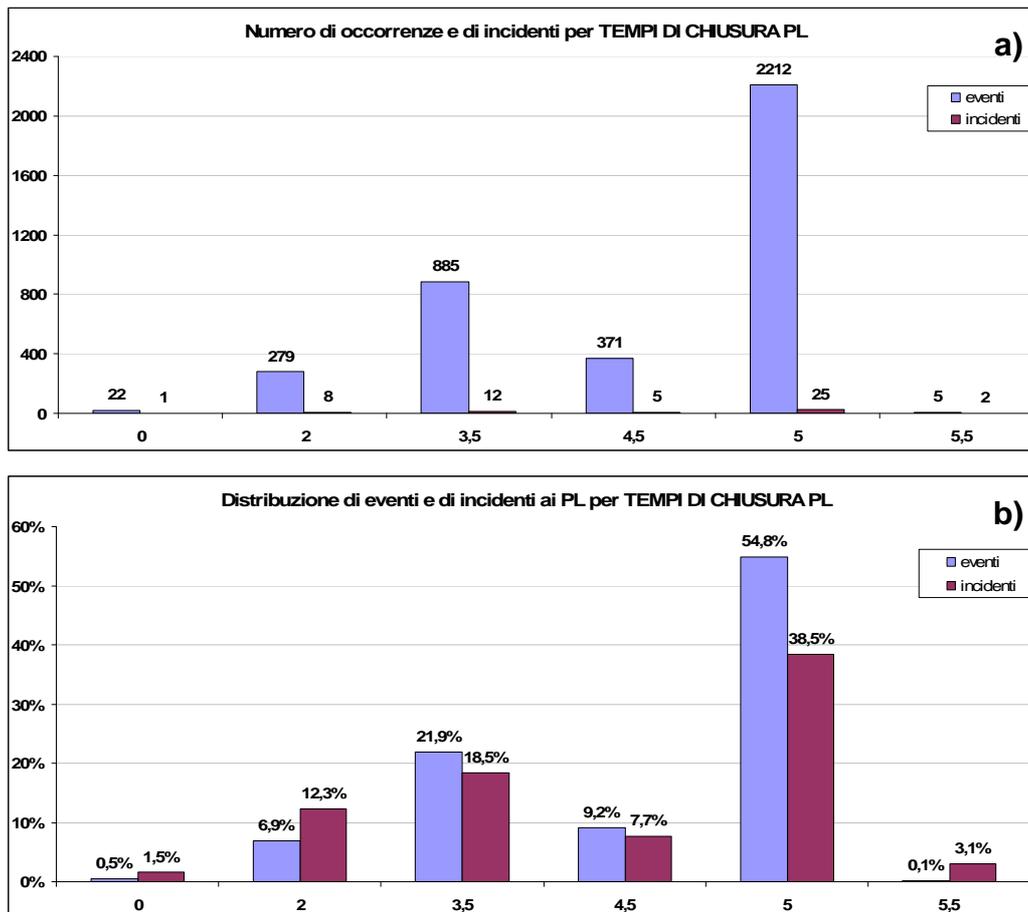


Figura 100. a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per *tempo medio di chiusura PL per singolo treno*. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per *tempo medio di chiusura PL tempo medio di chiusura PL per singolo treno*.

Da Figura 100 risulta che il maggior numero assoluto di eventi ed incidenti riguarda i PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 5 minuti (dove si è verificato circa il 55% degli eventi e circa il 40% degli incidenti); un contributo non trascurabile al numero totale di eventi e incidenti ai PL registrati nel periodo di riferimento del presente studio deriva dai PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 3.5 minuti, mentre i PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 5,5 minuti (il massimo tempo di chiusura riportato nella Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI) risulta essersi verificato lo 0,1% degli eventi anomali e il 3,1% degli incidenti a PL.

Considerando il numero complessivo di PL per *tempo medio di chiusura per singolo treno* si ottiene il grafico di Figura 101, da cui risulta che:

- il numero relativo di eventi/PL è massimo per i PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 2 minuti, seguiti da quelli con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 5 minuti;
- il maggior numero relativo di incidenti/PL riguarda i PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 5,5 minuti.

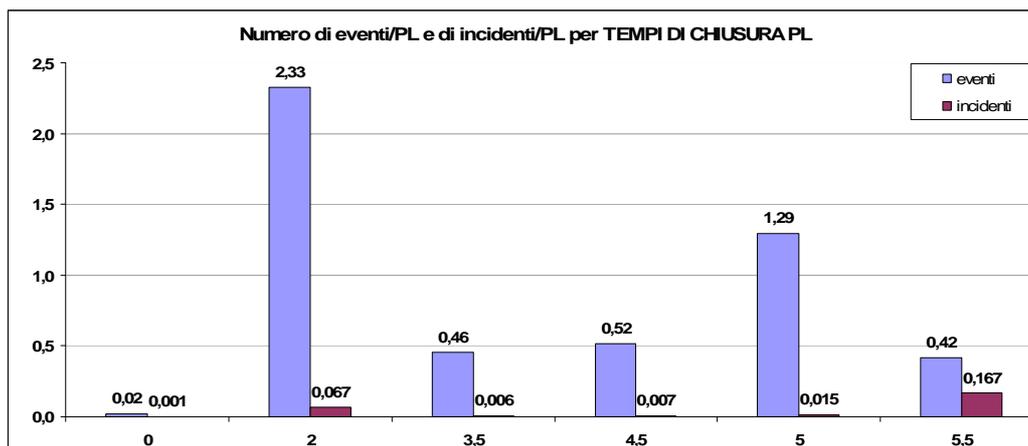


Figura 101. Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per *tempo medio di chiusura PL per singolo treno*

Dall'analisi del grafico relativo al numero assoluto dei morti in incidenti ai PL (Figura 102.a)), da cui risulta che più del 50% dei 18 morti verificatisi ai PL per i quali è stato possibile trovare una corrispondenza con i dati della Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI ha interessato PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 5 minuti e più del 25% ha interessato PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 3,5 minuti. Non sono stati registrati morti negli incidenti che hanno interessato PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 0 e PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 5,5 minuti.

Normalizzando il numero dei morti al numero complessivo di PL per *tempo medio di chiusura per singolo treno* (Figura 102.b)) si ottiene che il numero morti/PL è massimo per PL con *tempo medio di chiusura per singolo treno* pari a 2 minuti. Questo risultato si può spiegare col fatto che più del 70% dei morti per incidenti a PL si verifica per indebito attraversamento dei binari da parte di pedoni o ciclisti (ref. Figura 20) ed è evidente che se gli indebiti attraversamenti dei binari avvengono in corrispondenza di PL per i quali l'intervallo fra la chiusura delle barriere e l'arrivo del treno è molto ridotto c'è una maggiore probabilità che il pedone (o ciclista) che compie l'infrazione non abbia materialmente il tempo di attraversare completamente il binario prima dell'arrivo del treno e venga, pertanto, da questo investito.

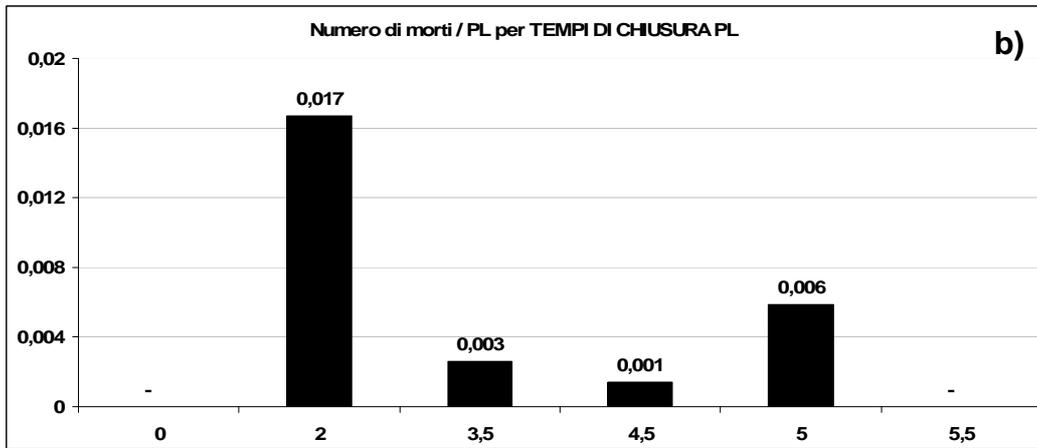
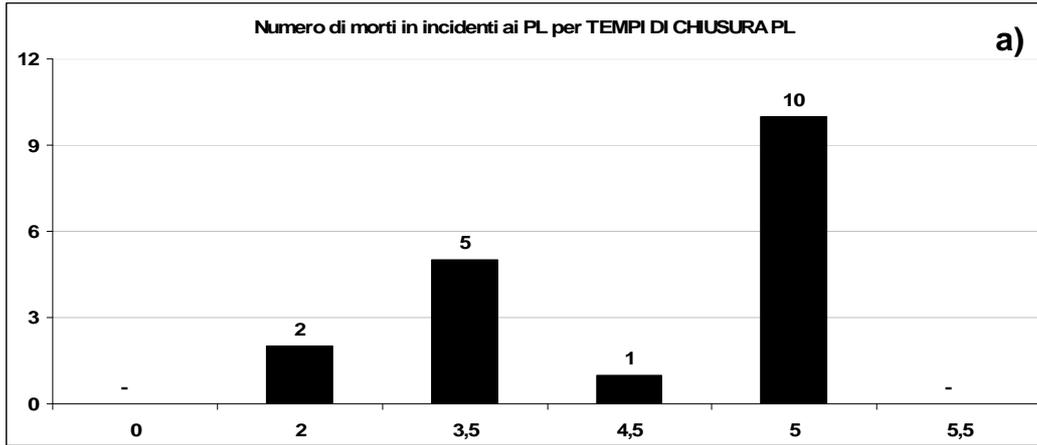


Figura 102. a) Numero assoluto di morti in incidenti ai PL per *tempo medio di chiusura PL per singolo treno*. b) Numero relativo di morti/PL per *tempo medio di chiusura PL per singolo treno*

Nel grafico di Figura 103 è riportata l'incidentalità dei PL, secondo il *tempo medio di chiusura* che li caratterizza.

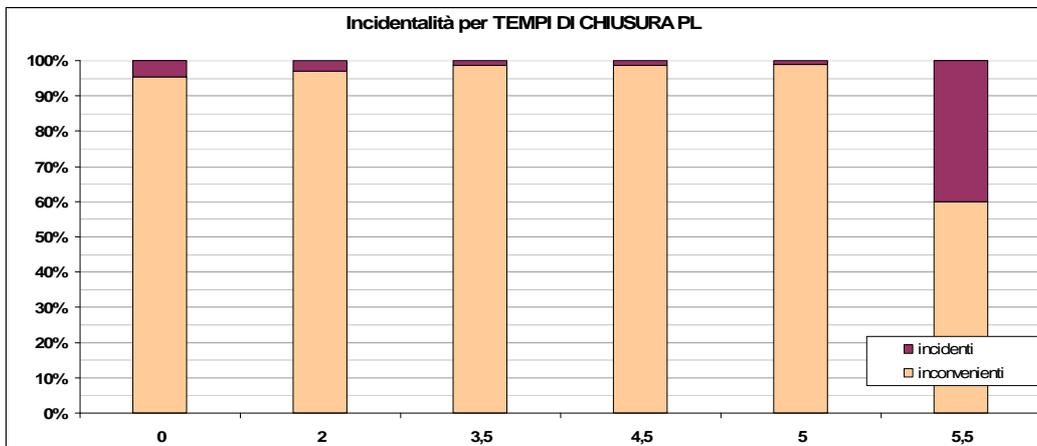


Figura 103. Incidentalità per *tempo medio di chiusura PL*

Nei grafici da Figura 104 a Figura 108 sono considerate, separatamente, le 5 tipologie di evento statisticamente più significative.

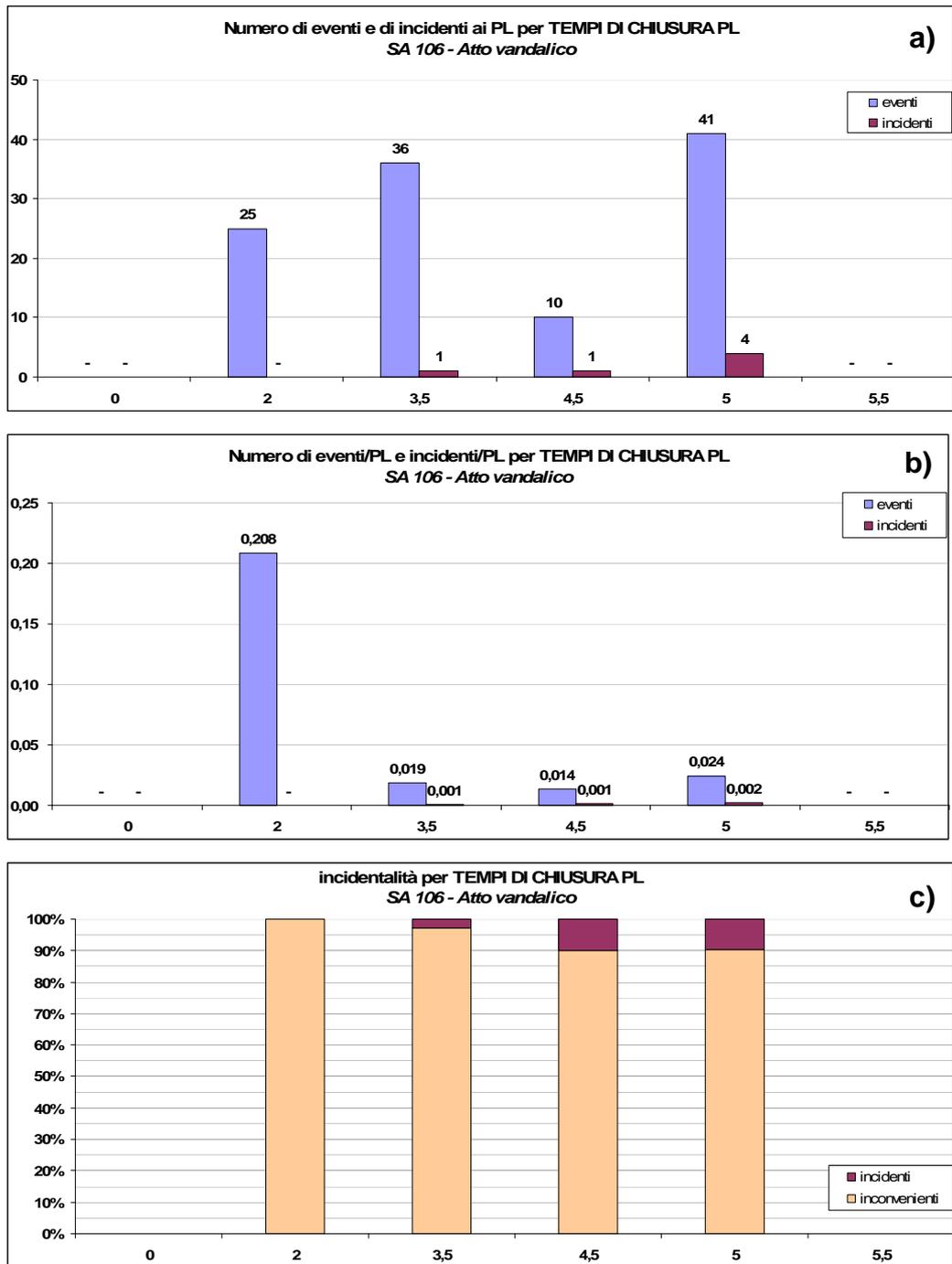


Figura 104. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. c) Incidentalità della tipologia SA106 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.

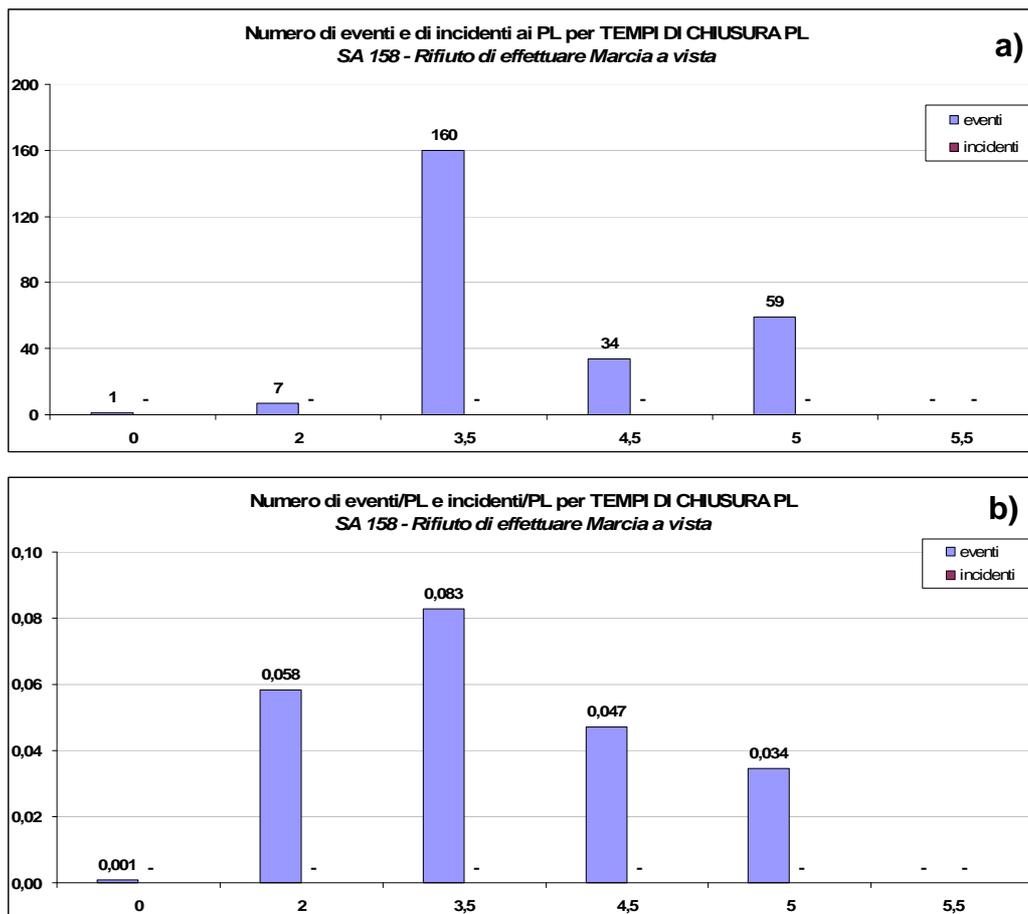


Figura 105. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.

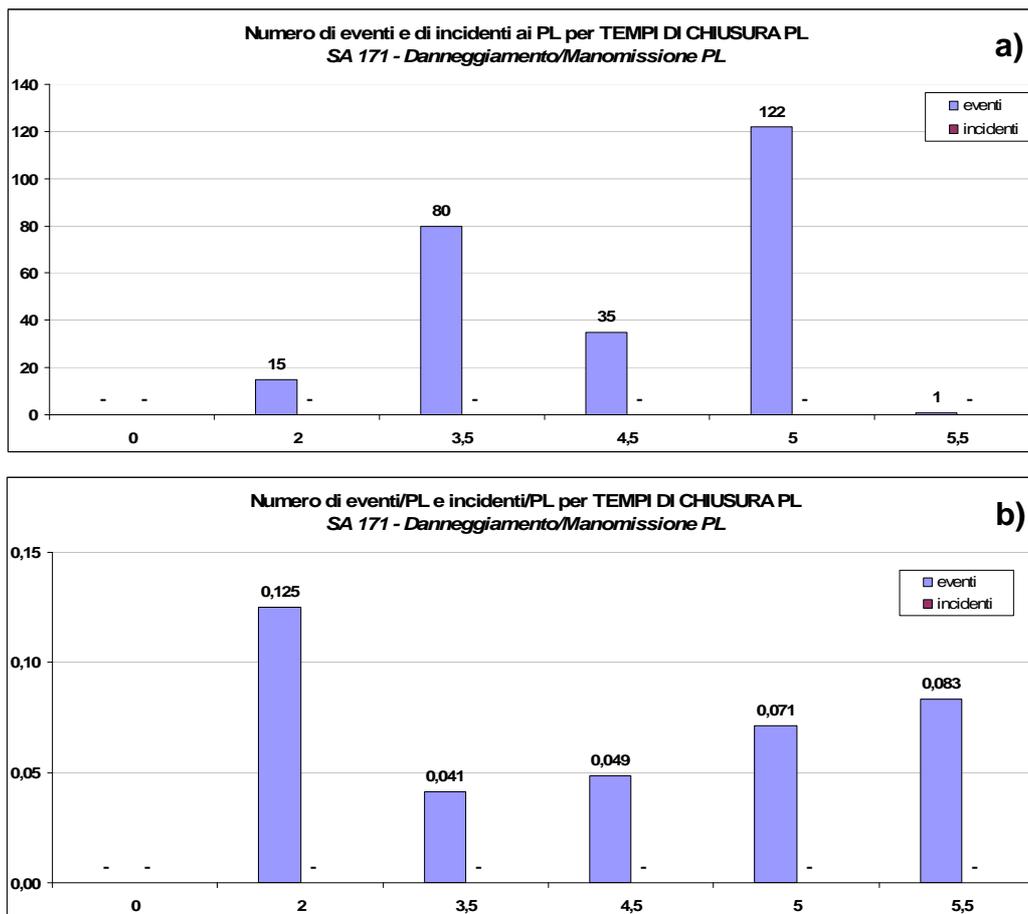


Figura 106. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.

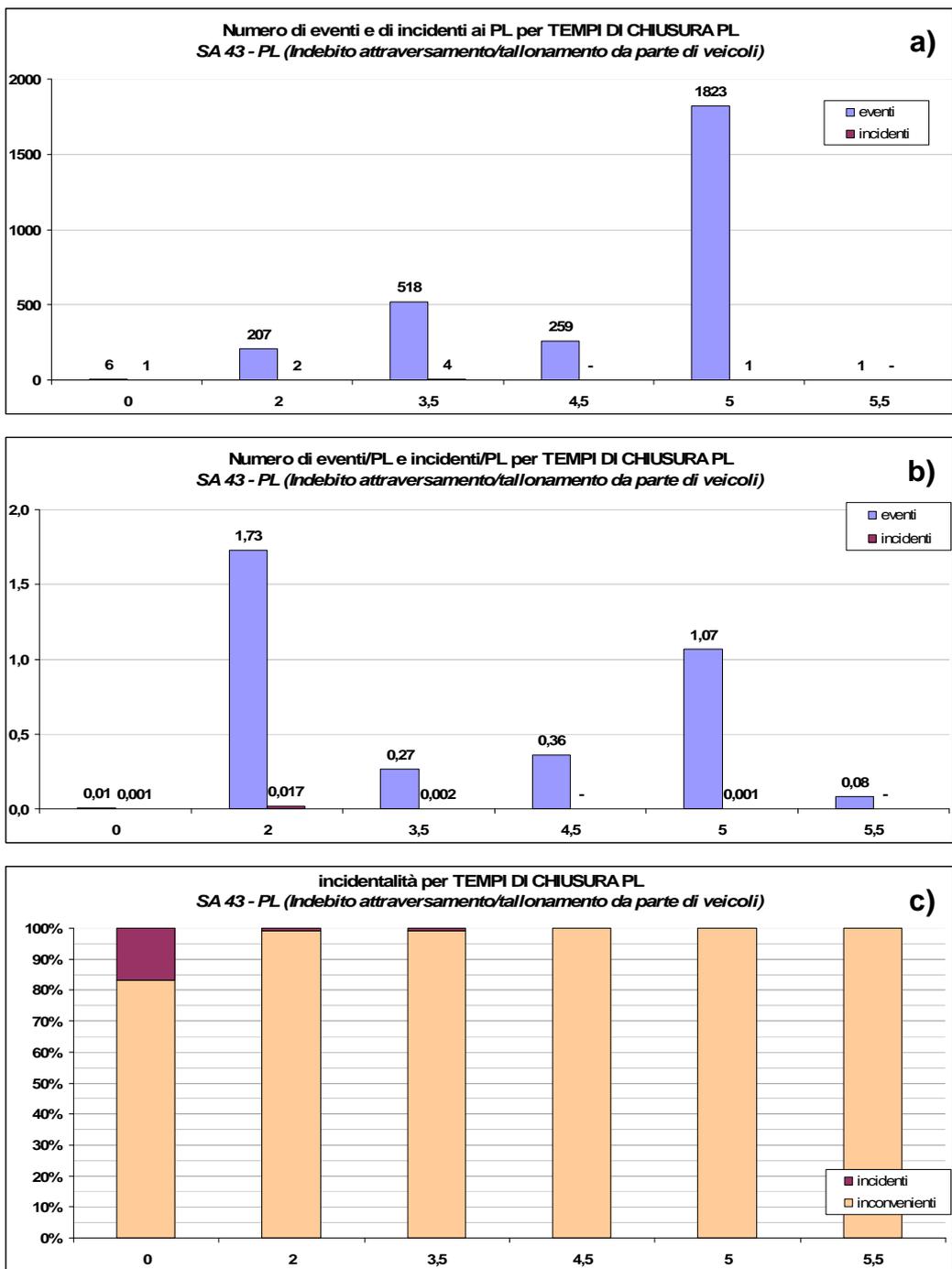


Figura 107. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. c) Incidentalità della tipologia SA43 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.

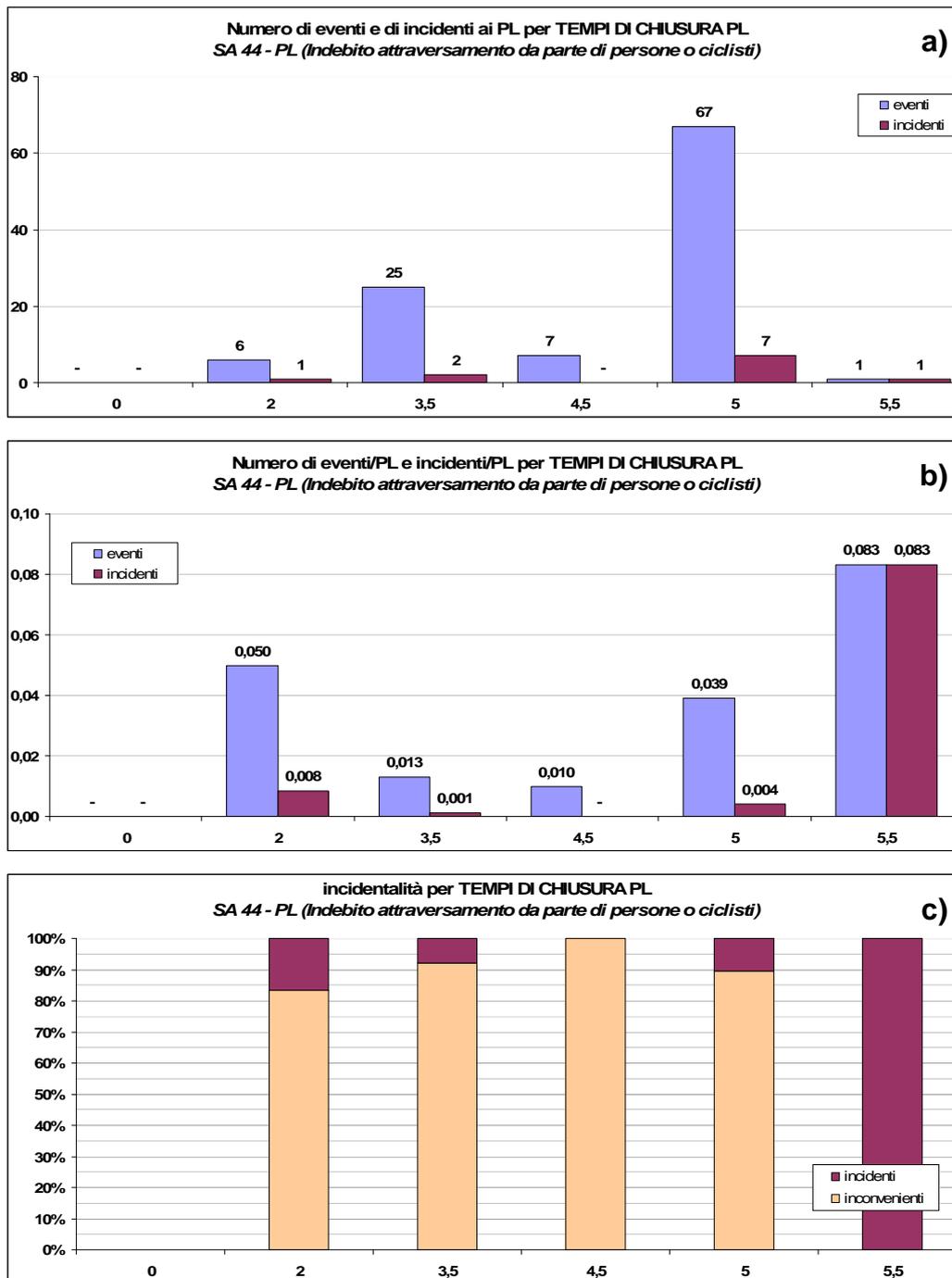


Figura 108. a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. c) Incidentalità della tipologia SA44 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.

Per (quasi) tutte le tipologie di evento considerate, il numero di eventi/PL presenta un picco in corrispondenza dei PL con tempo medio di chiusura PL per singolo treno pari a 2 minuti e poi un andamento crescente all'aumentare del tempo medio di chiusura PL per singolo treno; analogo andamento si osserva per il numero di incidenti/PL per le tipologie di evento che possono dare luogo ad incidenti.

Il livello di incidentalità risulta maggiore per i PL con prolungato *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* in caso di eventi riconducibili ad atti vandalici (tipologia SA106 – *Atto vandalico*), mentre è maggiore per i PL con ridotto *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* in caso di eventi riconducibili ad infrazioni al codice della strada (tipologia SA44 – *PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti)*)

In Figura 109 si riporta il grafico che illustra la percentuale di PL critici (secondo i 3 livelli di criticità definiti a pag. 28) per *tempo medio di chiusura PL per singolo treno*, da cui risulta che la maggior percentuale di PL critici (48,3%) riguarda i PL con *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* pari a 2 minuti, mentre per i PL con *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* pari a 5,5 minuti si ha una percentuale di PL critici del 37,6%, per i PL con *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* pari a 3,5 minuti e 4,5 minuti si ha una percentuale di PL critici del 25% circa e per i PL con *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* pari a 5,5 minuti si ha una percentuale di PL critici del 16%.

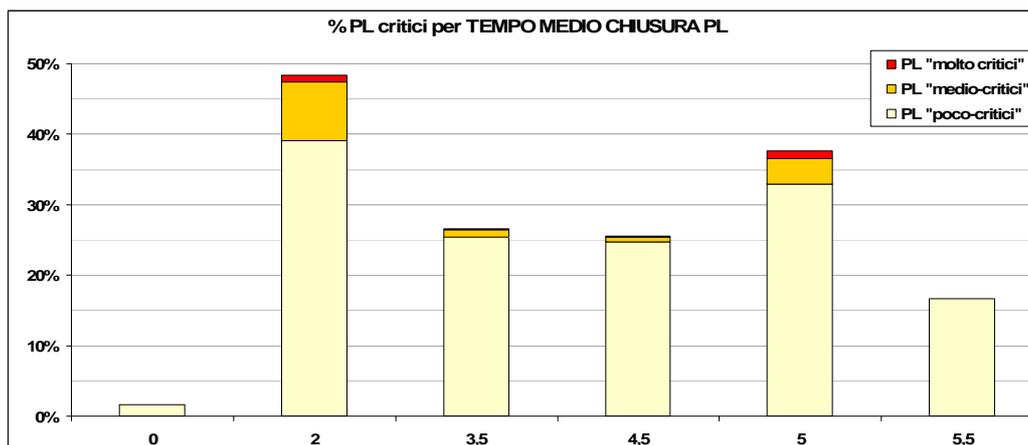


Figura 109. Percentuale di PL critici per *tempo medio di chiusura PL per singolo treno*.

Accenno all'analisi dati con la combinazione di più caratteristiche dei PL: TEMPO MEDIO DI CHIUSURA PL PER SINGOLO TRENO e NUMERO TRENI/GIORNO

Il tempo di attesa ai PL è riconosciuto come uno dei parametri principali che l'utente della strada considera quando valuta il rischio di attraversare un PL durante la fase di chiusura: in particolare, quando l'utente stradale si aspetta tempi di chiusura lunghi (i.e. superiori ai 5 minuti), generalmente tende più facilmente ad assumere il rischio di attraversare il PL durante la fase di chiusura. Alla luce di queste considerazioni (e posto che i valori di *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* indicati nella BDS di RFI siano attendibili, il che non è sempre vero) risulta comprensibile sia il picco di eventi/PL per tempi di chiusura di 5 minuti, sia il picco

di incidenti/PL per tempi di chiusura di 5,5 minuti; meno immediata è l'interpretazione del picco di eventi/PL e del non trascurabile numero di incidenti/PL per tempi di chiusura di 2 minuti (che si ritengono del tutto ragionevoli). Il fatto è che il *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* non basta, di per sé, a descrivere quanto la chiusura di un PL incide sul traffico lato strada: può accadere, per esempio, che un PL rimanga chiuso poco tempo ma per molte volte al giorno; dunque è evidente che una descrizione più realistica dell'effetto dei PL sulla circolazione lato strada si può ottenere considerando simultaneamente il *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* e il *numero di treni/giorno*.

In questo studio si è solo accennata questa procedura (che potrà essere affrontata in futuro nell'ambito di uno studio più mirato) per verificarne la validità: nei grafici di Figura 110 si osserva come, a parità di *tempo medio di chiusura PL per singolo treno*, il numero di eventi e incidenti (generalmente) aumenta all'aumentare del *numero di treni/giorno* (i.e. della frequenza con cui viene interrotto il traffico lato strada)²⁸.

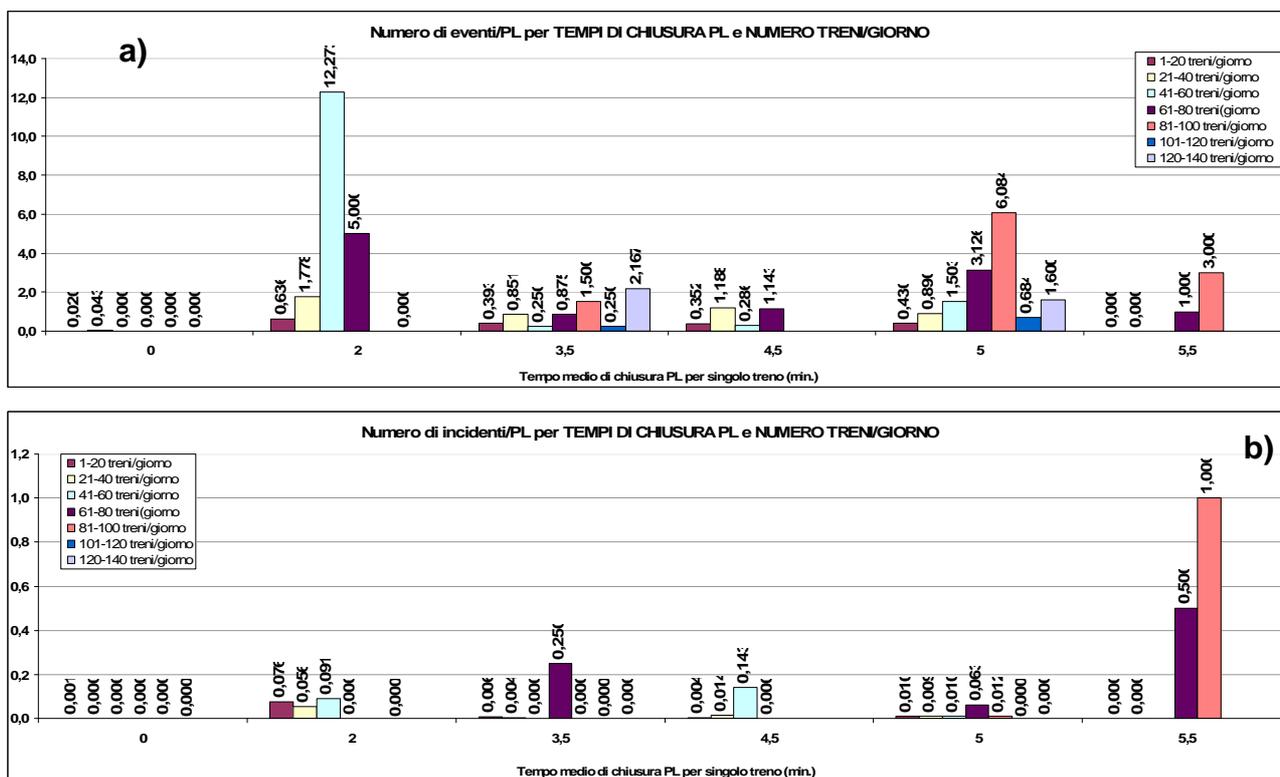


Figura 110. Numero relativo di eventi/PL [a]) e di incidenti/PL [b]) per tempo medio di chiusura PL per singolo treno e numero treni/giorno.

Con i dati attualmente disponibili si ritiene di non essere in grado di esprimere una valutazione oggettiva sui dati che includono fanno riferimento al *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* sia per la scarsa attendibilità dei valori riportati nella BDS di RFI in relazione a questo

²⁸ Nei grafici di Figura 110 sono stati eliminati i dati relativi ai PL *numero di treni/giorno* pari a 0, parametro al quale, come già discusso in precedenza, non è chiaro quale significato attribuire.

parametro, sia perché si ritiene che tale parametro non fornisca indicazioni complete sul tempo di effettiva chiusura del PL, come già evidenziato a pag. 15, commentando i grafici di Figura 14.

2.3 PL ad alta criticità

Come indicato in Tabella 1, nell'analisi degli eventi ai PL riportati nella BDS di RFI è risultato che ai 4.061 eventi ai PL complessivamente "archiviati" corrispondono, in realtà, 1.595 siti (impianti PL), 22 dei quali sono risultati "molto critici" in quanto frequentemente soggetti ad eventi anomali.

I dettagli relativi a tali eventi sono riportati nel file `PLcritici.xls` (ALLEGATO C) che costituisce un estratto del file complessivo `studio_eventiPL.xls` (ALLEGATO B)

In Tabella 3 è riportata la lista dei PL ad alta criticità, con le indicazioni geografiche principali (Località e compartimento di appartenenza) nonché il numero di eventi e di incidenti registrati nella BDS di RFI nel periodo oggetto del presente studio (1/07/2010 – 15/08/2011).

Una prima considerazione che si può fare guardando Tabella 3 è che la categoria di PL che si è definita "ad alta criticità" è molto eterogenea, sia in relazione al numero di eventi a PL (che variano da un minimo di 15 ad un massimo di 174), sia in relazione all'incidentalità dei PL (che va da 0 al 12,5%); inoltre si osserva che in corrispondenza dei 22 PL ad alta criticità fin qui identificati (che costituiscono lo 0,4% del numero di PL complessivi presenti sulla rete ferroviaria gestita da RFI e l'1,4% del numero di PL interessati da eventi nel periodo di riferimento del presente studio) si è verificato più del 26% degli eventi a PL e il 6% degli incidenti a PL.

Tabella 3 – Lista dei P.L. ad alta criticità (secondo i dati della BDS di RFI)

Progr. Km	Località	Compartimento	# eventi (nel periodo di riferimento)	# incidenti (nel periodo di riferimento)	incidentalità del P.L.
23,466	CASTELLALTO C. – TERAMO TERAMO - CASTELLALTO C.	AN	15	0	0%
1,452	PALERMO C.LE - PA BRANCACCIO PALERMO CENTRALE	PA	16	0	0%
63,637	MONTECORVINO - PONTECAGNANO PONTECAGNANO PONTECAGNANO – MONTECORVINO	NA	16	2	12,5%
156,578	ALBINIA	FI	16	0	0,0%
293,844	CATANZARO LIDO CATANZARO LIDO - CATANZARO SIMERI CRICHI - CATANZARO LIDO	RC	18	0	0%
29,350	FRANCAVILLA FONT - VILLA CASTELLI VILLA CASTELLI - FRANCAVILLA FONT	BA	20	1	5%
30,845	ANGRI ANGRI - SCAFATI SCAFATI	NA	22	0	0%
237,117	CASALNUOVO	NA	24	0	0%
594,841	BARLETTA	BA	24	0	0%
234,121	ACERRA ACERRA – CANCELLO	NA	26	0	0%
593,380	BARLETTA MARGHERITA S.OF. – BARLETTA	BA	27	0	0%
512,016	RIGNANO GARGANICO	BA	29	0	0%
65,984	CEFALU' LASCARI - CEFALU'	PA	31	0	0%
504,414	RIGNANO GARGAN. - SAN SEVERO SAN SEVERO - RIGNANO GARGAN.	BA	32	0	0%
606,82	TRANI	BA	33	0	0%
165,700	CASERTA CASERTA - RECALE GRICIGNANO - MARCIANISE MARCIANISE RECALE RECALE - CASERTA	NA	47	0	0%
310,244	GRANAILOLO - PONTE A ELSA PONTE A ELSA - GRANAILOLO PONTE A ELSA	FI	73	0	0%
221,472	BIV. MADDALONI - MADDALONI INF. CASERTA - MADDALONI INF. MADDALONI INF. - BIV. MADDALONI MADDALONI INFERIORE GRICIGNANO – MARCIANISE	NA	82	1	1,22%
122,248	BASILIANO - CIPPO KM 122 CIPPO KM 122 - UDINE UDINE - CIPPO KM 122	TS	100	0	0%
229,53	ACERRA – CANCELLO CANCELLO - ACERRA	NA	110	0	0%
237,972	ACERRA – CANCELLO ACERRA - CASALNUOVO CASALNUOVO	NA	149	0	0%
234,678	ACERRA ACERRA - CANCELLO CASERTA - MADDALONI INF.	NA	174	0	0%

In Tabella 4 sono riportate le tipologie di evento che hanno interessato i PL ad alta criticità di Tabella 3, nel periodo di riferimento.

Tabella 4 – Tipologie di evento per i PL interessati da più di 15 eventi

Progr. Km	SA 100		SA 106		SA 110		SA 135		SA 158		SA 171		SA 2		SA 43		SA 44		SA 75		SA 92	
	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti	eventi	Incidenti
23,466											1	0			14	0						
1,452											1	0			15	0						
63,637			1	1					4	0	2	0			8	0			1	1		
156,578															10	0	6	0				
293,844															18	0						
29,350			1	0	1	0			4	0	1	0			13	1						
30,845															22	0						
237,117											3	0			21	0						
594,841			1	0							1	0			21	0	1	0				
234,121	2	0													24	0						
593,380			1	0							5	0			13	0	8	0				
65,984											1	0			28	0	2	0				
504,414									1	0	1	0			30	0						
606,82											2	0			24	0	7	0				
512,016													1	0	20	0	8	0				
165,700			1	0							1	0			45	0						
310,244															72	0					1	0
221,472											1	0			80	0	1	1				
122,248	1	0													99	0						
229,53									2	0	1	0			104	0	3	0				
237,972			1	0											147	0					1	0
234,678					11	0	1	0							162	0						
	3	0	6	1	12	0	1	0	11	0	21	0	1	0	990	1	36	1	1	1	2	0

Considerando la distribuzione (assoluta e percentuale) di eventi e incidenti ai PL critici per compartimento, si ottiene il grafico di Figura 111, dal quale risulta che, considerando i PL ad alta criticità, la condizione dei compartimenti di Bari e Napoli è ancora più seria di quanto indicato dai grafici di Figura 30.

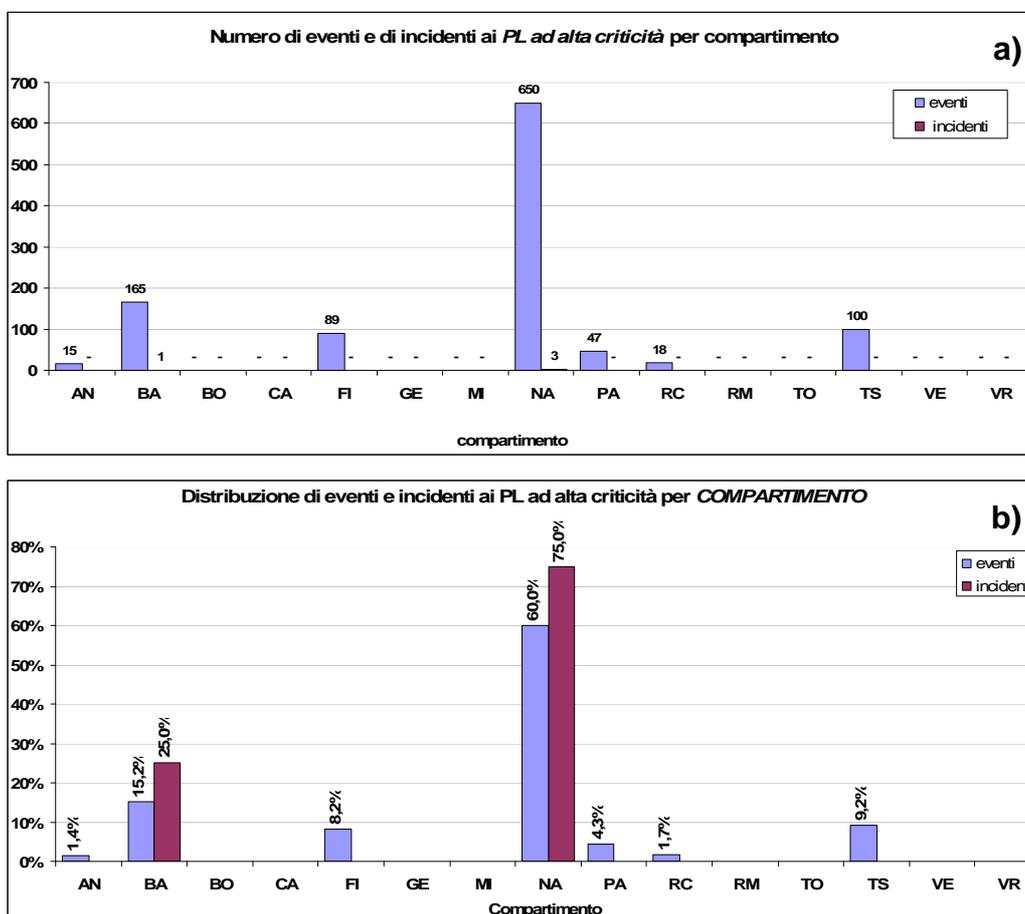


Figura 111. Distribuzione assoluta [a)] e percentuale [b)] di eventi e incidenti ai PL ad alta criticità per compartimento

Estraendo, dai dati di Tabella 4, le informazioni relative alle tipologie di evento che interessano i PL ad alta criticità si ottengono i grafici di Figura 112, da cui emerge che la tipologia di evento SA43 - PL (*Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli*) costituisce più del 90% degli eventi²⁹; sugli incidenti si può dire poco perché sono 4 in tutto e riguardano 4 tipologie di evento differenti.

²⁹ Rispetto al totale di eventi e incidenti ai PL, la tipologia di evento SA43 rappresentava il 73,7% degli eventi (ref. Figura 15)

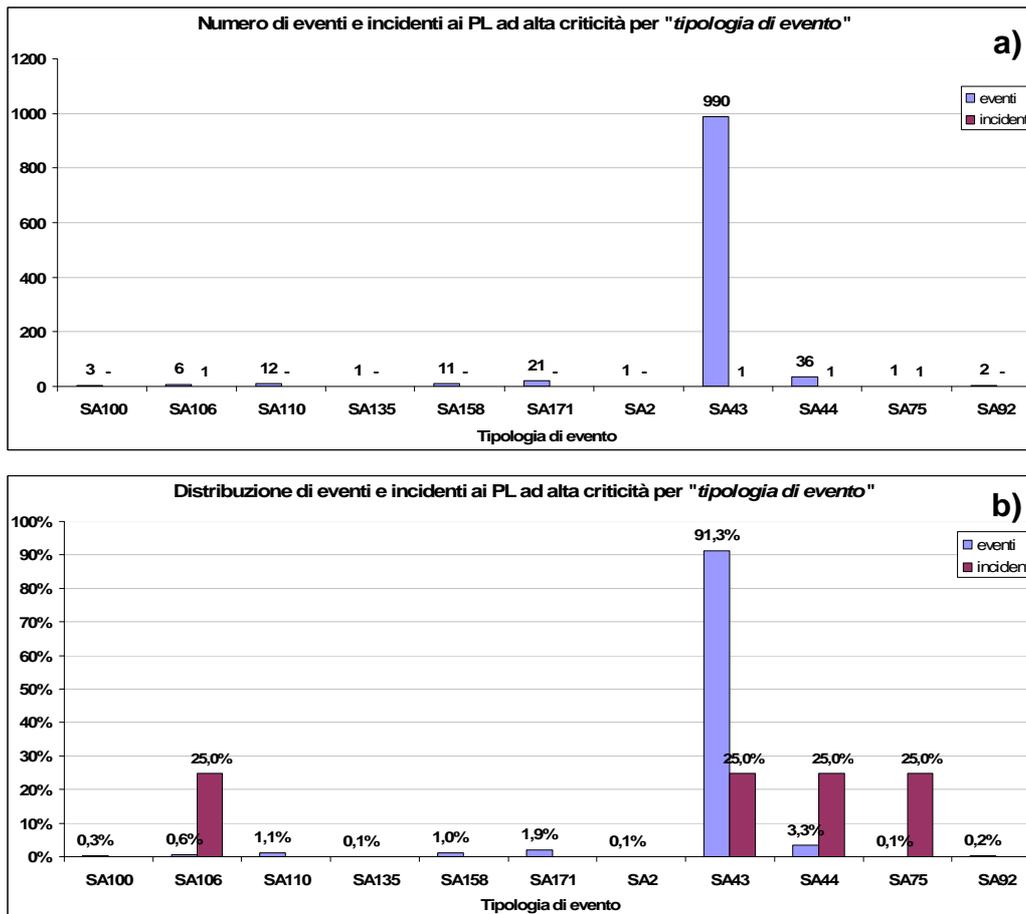


Figura 112. Distribuzione assoluta [a)] e percentuale [b)] di eventi e incidenti ai PL ad alta criticità per tipologia di evento

In Figura 113 sono riportati i grafici che descrivono come i PL a bassa, media e alta criticità sono distribuiti in base alle singole caratteristiche dei PL. Dai grafici emergono i seguenti risultati:

- i PL ad alta criticità sono più numerosi sui PL con *chiusura tramite apparato centrale* (mentre sui PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* prevalgono PL a bassa criticità);
- il *tipo di barriera* è una caratteristica del PL che sembra non avere alcuna influenza sul livello di criticità dei PL, poiché tutti e tre i tipi di PL critici si concentrano sui PL a *barriere complete*;
- i PL con *attrezzature di sussidio alla protezione dei PL* sono quelli in corrispondenza dei quali si concentra il maggior numero di PL ad alta criticità;
- per quanto riguarda la *tipologia della linea*, i PL ad alta e media criticità si trovano principalmente sulle linee a doppio binario; quanto alla *velocità massima della linea*, i PL ad alta criticità risultano più numerosi su linee con velocità massima compresa negli intervalli [120km/h, 160km/h[e ≥ 160 km/h;

- non sussiste una "polarizzazione" dei PL ad alta criticità rispetto al numero di treni/giorno;
- i PL ad alta criticità sono caratterizzati da un *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* pari a 5 minuti.

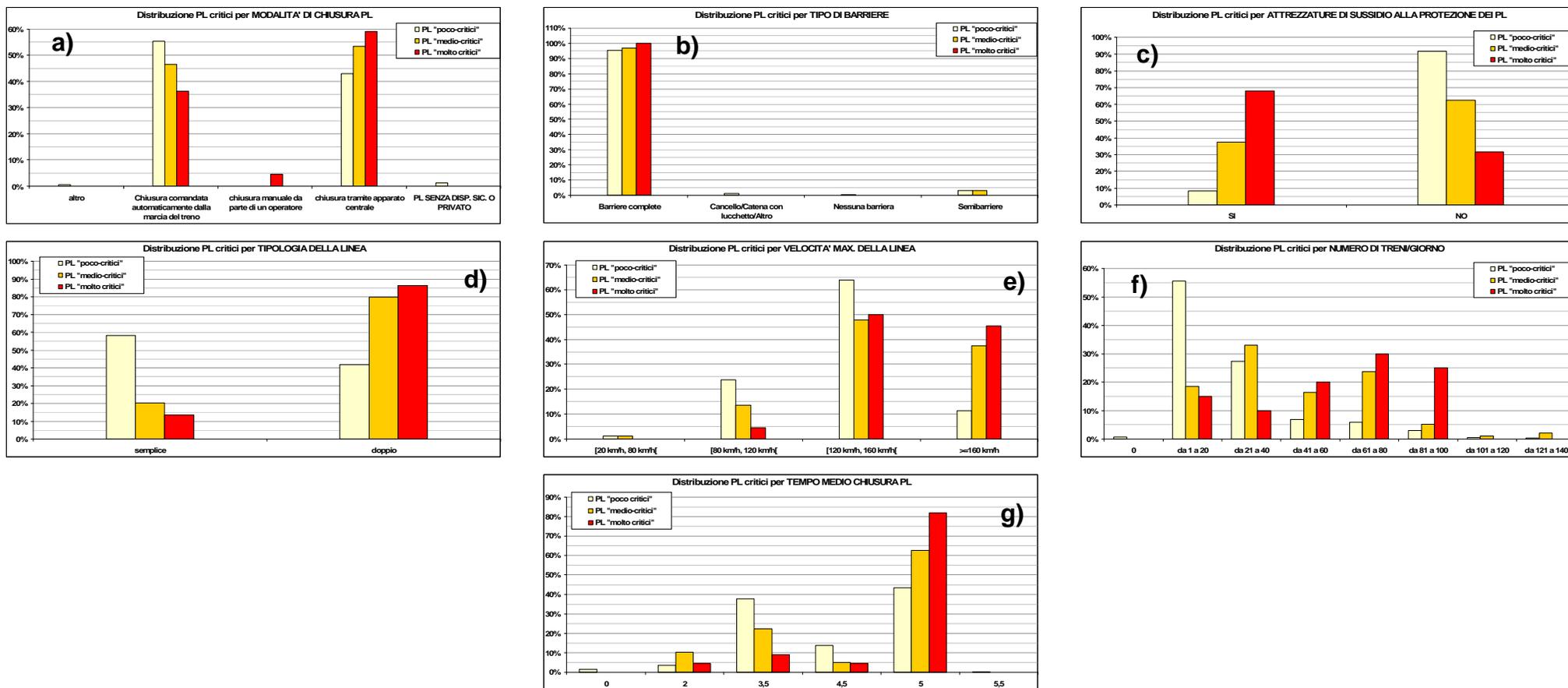


Figura 113. Distribuzione dei PL critici per modalità di chiusura PL [a]), tipo di barriere [b]), presenza di attrezzature di sussidio alla protezione dei PL [c]), tipologia della linea [d]), velocità max. della linea [e]), numero di treni/giorno [f]), tempo medio di chiusura PL per singolo treno [g])

3 Conclusioni

I PL sono a tutt'oggi considerati il punto debole dell'infrastruttura ferroviaria e gli incidenti ai PL sono oggetto di un'attenzione particolare; infatti, sebbene tali incidenti costituiscano soltanto una piccola parte (circa il 2%) degli incidenti mortali sulle strade, essi rappresentano invece più del 15% degli incidenti ferroviari mortali e sono in leggero aumento, secondo l'ultima "Relazione sull'andamento della sicurezza delle ferrovie nell'anno 2011" di ANSF.

Considerando le tipologie di eventi e incidenti che hanno interessato i PL nel periodo di riferimento del presente studio, l'analisi dei dati contenuti nella BDS di RFI ha evidenziato che:

- gli eventi anomali ai PL sono riconducibili
 - ad infrazioni al codice della strada (tipologie di evento *SA104 - Indebito attraversamento dei Binari*, *SA110 - Persone sulla sede ferroviaria/non a distanza di sicurezza*, *SA43 - PL Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli* e *SA44 - PL Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti*) per più del 77% dei casi;
 - ad atti vandalici (tipologie di evento *SA106 - Atto vandalico* e *SA171 - Danneggiamento/Manomissione PL*) per circa il 10% dei casi;
- gli incidenti ai PL sono riconducibili
 - ad infrazioni al codice della strada (tipologie di evento *SA104*, *SA110*, *SA43* e *SA44*) per circa il 50% dei casi;
 - ad atti vandalici (tipologie di evento *SA106*) per circa il 10% dei casi;
 - a suicidio o tentato suicidio (tipologie di evento *SA146* e *SA147*) per circa il 10% dei casi;
 - a presenza di animali sulla sede ferroviaria (tipologia di evento *SA2*) per più del 15% dei casi.

Un discorso a parte meritano gli eventi ai PL catalogati secondo la tipologia *SA158 - Rifiuto di effettuare la marcia a vista*: nel periodo di riferimento del presente studio, essi rappresentano circa il 7% del totale degli eventi ai P.L. e non danno mai luogo ad incidenti.

Dall'analisi del campo "Descrizione" degli eventi contenuti nella BDS di RFI si osserva che la marcia a vista ai PL viene rifiutata dal PdC nelle seguenti condizioni:

- barriere aperte;
- mancanza di controllo in chiusura del PL.

Entrambe queste condizioni si verificano in più del 90% dei casi per *guasti al PL*, nel 4% dei casi per *danni al PL* (generalmente provocati da tallonamenti o da atti vandalici e quindi afferenti ad altre tipologie di evento) e nel 6% dei casi per manovre errate da parte del PdC, spesso del treno che precede, che non portano al completamento del ciclo normale di chiusura e riapertura dell'impianto.

L'esistenza, nella BDS di RFI, della tipologia di evento *SA158* suggerisce almeno due considerazioni:

1. è possibile che altri eventi di *barriere aperte e mancanza di controllo in chiusura* non vengano riportati nella BDS di RFI se questi non comportano un rifiuto di effettuare la marcia a vista da parte del PdC;
2. è possibile che la marcia a vista su PL con barriere aperte venga (più o meno spesso) effettuata pur in assenza di presenziamento del PL stesso, con alto rischio di incidenti.

Si ritiene, pertanto, che la tipologia di evento "SA 158 - *Rifiuto di effettuare la marcia a vista*" non abbia motivo di esistere, poiché gli eventi di marcia a vista rifiutata non possono, di per sé, essere considerati anomali: gli eventi anomali sono i *guasti al PL* (che potrebbero essere segnalati sempre, anche quando la marcia a vista sul PL viene effettuata nel rispetto dei regolamenti vigenti e per i quali si ritiene opportuno che la BDS di RFI introduca una specifica tipologia di evento, attualmente non contemplata) e i *danni al PL* (per i quali, nella BDS di RFI esistono già le tipologie di evento SA106, SA171 e SA43). In particolare, l'introduzione di una tipologia di evento relativa ai *guasti al PL* permetterebbe di identificare gli impianti che, essendo più frequentemente soggetti a malfunzionamenti, dovrebbero essere soggetti a manutenzione o a rinnovo.

Considerando le "caratteristiche dei PL" (ref. par.2.2.3), il presente studio ha evidenziato che le maggiori criticità interessano le seguenti tipologie di PL:

- PL con *semibarriere* piuttosto che PL con *barriere complete* (ref. Figura 51 e Figura 52.b));
- PL con *chiusura tramite apparato centrale* piuttosto che PL con *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* (ref. Figura 41);
- PL su linee con velocità massima più elevata (ref. Figura 81 e Figura 82.b));
- PL con un maggior numero di treni/giorno (i.e. chiusure dei PL più frequenti e/o più prolungate) (ref. Figura 91 e Figura 92.b));
- PL con tempi medi di chiusura per singolo treno ≤ 2 minuti oppure ≥ 5 minuti (ref. grafici da Figura 100 a Figura 109).

Queste informazioni forniscono indicazioni da un lato sulle priorità riguardanti le tipologie di PL su cui focalizzare l'attenzione per migliorare la sicurezza, dall'altro sulle prime "misure" che si potrebbero adottare per migliorare la sicurezza dei PL, ad esempio, quali PL eliminare per primi, sostituire (nei PL critici e che più difficilmente verranno rimossi a breve) le *semibarriere* con le *barriere complete* e la *chiusura comandata tramite apparato centrale* con la *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno*, in modo tale da ridurre i tempi di chiusura dei PL.

L'elevata percentuale di inconvenienti ai PL riconducibili alle tipologie di evento SA43 e SA44 (che fortunatamente danno raramente luogo ad incidenti), nonché molti degli incidenti ai PL riconducibili a tali tipologie di evento sono causate dal mancato rispetto del Codice della

Strada³⁰, il che porta a pensare che gli utenti della strada italiani o hanno scarsa consapevolezza di quale sia il corretto comportamento da tenere in corrispondenza dei PL, oppure hanno una spiccata propensione a violare il Codice della Strada.

La scarsa attenzione degli utenti della strada al corretto comportamento da tenere in corrispondenza dei PL può dipendere in generale da diversi fattori:

- per i pedoni (e i ciclisti), la troppa “familiarità” con i PL (generalmente quelli che attraversano il centro abitato), che li spinge a presumere di conoscere perfettamente (in base all’orario) tempi di chiusura, tempi di transito dei treni, numero dei treni in transito, etc., spingendoli ad affrontare con troppa leggerezza l’attraversamento del PL anche a barriere chiuse;
- per i guidatori di veicoli stradali,
 - la segnaletica stradale di presegnalazione e segnalazione del PL è insufficiente oppure non correttamente visibile oppure è intervallata da cartelli pubblicitari che inducono distrazione e abbassano il livello di guardia;
 - gli articoli del Codice della Strada che regolano il comportamento ai PL³⁰ potrebbero non essere sufficientemente chiari, soprattutto a proposito delle azioni da intraprendere nel malaugurato caso in cui il veicolo resti imprigionato fra le barriere chiuse;
 - durante i corsi di scuola-guida per l’ottenimento delle patenti (e della carta di qualificazione del conducente di veicoli pesanti) la questione del comportamento ai PL potrebbe non essere trattata con il sufficiente grado di approfondimento.

Le violazioni al Codice della strada da parte degli utenti della strada sembrano, invece, determinate da due fattori principali:

- la (quasi) totale mancanza di controllo ai PL comandati a distanza che, di fatto, impedisce l’identificazione degli utenti stradali che commettono infrazioni e la conseguente applicazione delle sanzioni previste;
- la frequente e prolungata interruzione del traffico lato strada che impone agli utenti della strada tempi di attesa ai PL a volte estremamente lunghi e li “induce” a tentare l’attraversamento dei PL. A tale riguardo, si rimanda alle osservazioni formulate in riferimento al grafico di Figura 14 a proposito dell’indicatore *tempo medio di chiusura PL per singolo treno* e ai dubbi ivi espressi circa l’aderenza alla realtà dei valori per esso indicati nella Tabella 6a dell’allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI, la cui modalità di calcolo e data di aggiornamento non sono note (in particolare, per i PL con chiusura comandata tramite apparato centrale – come quelli protetti dai segnali di partenza delle stazioni limitrofe – e nel caso di impresenziamento con il regime del “verde-verde”, potrebbero essere stati introdotti nella realtà fra i 2 e i 3 minuti di ulteriore tempo di chiusura dei PL). Il problema dei tempi e delle frequenze di chiusura

³⁰ in particolare, dell’art. 147 del D.lgs. n°285/1992 e s.m.i., che regola il comportamento ai Passaggi a Livello.

elevate che esasperano gli utenti della strada in alcuni casi (come quello di Ravenna ove sono intervenuti sindaci e prefetto – cfr. gli articoli su Resto del Carlino e La Voce di Ravenna in Allegato F) hanno avuto ascolto da parte di amministrazioni comunali e istituzioni dello Stato che, con il timore di problemi di ordine pubblico, hanno chiesto ed ottenuto interventi da parte del GI, in altri casi, nonostante lamentele alla Polizia Ferroviaria, esposti, etc., non trovano riscontro alcuno da parte delle istituzioni locali e dallo Stato con la conseguente perdita, da parte dei cittadini, di ogni rispetto per il Codice della Strada che li spinge ad attraversare a piedi anche in presenza di rappresentanti di Polizia Ferroviaria in divisa al PL con le barriere chiuse o in chiusura, ad inveire contro il personale di RFI alle prese con i lavori di manutenzione ai PL, a tentare di attraversare con i veicoli ad ogni costo anche a segnale luminoso già attivo.

Considerato che il comportamento dell'utente stradale è una causa determinante degli eventi anomali e degli incidenti ai PL, e considerato che la tecnologia applicata ai PL tende all'automatizzazione dei sistemi di comando e controllo dei dispositivi di segnalazione, chiusura e protezione, si può assumere che la causa dominante degli incidenti ai PL sarà sempre più il comportamento inadeguato dell'utente stradale; ciò suggerisce che i maggiori benefici per la riduzione degli incidenti ai PL potranno derivare dall'adozione di soluzioni che da un lato accrescano la consapevolezza del rischio da parte degli utenti stradali e la conoscenza di quali siano i comportamenti corretti anche in caso di pericolo (ad es. veicolo stradale intrappolato tra le barriere) e dall'altro riducano (scoraggiandoli) i comportamenti deliberatamente scorretti. Naturalmente, per valutare quali soluzioni adottare e dove, il GI, in quanto responsabile per la sicurezza della propria parte di sistema³¹, dovrebbe intraprendere un processo di valutazione del rischio dei singoli PL e di miglioramento della sicurezza, come indicato nella considerazione (4) della DIR 2004/49/CE³², anche richiedendo la collaborazione (se è il caso) del gestore della rete stradale e delle istituzioni (Polfer ad esempio).

Nell'adozione del comando a distanza e del conseguente controllo dell'avvenuta chiusura e/o dell'integrità delle barriere e dell'eventuale controllo della libertà dell'attraversamento (nei casi previsti dalla IEPL [1]) sembra non essere stato preso in considerazione quanto previsto dall'art. 16 della IEPL. Tale articolo prevede che gli addetti alla custodia dei PL hanno l'obbligo

³¹ Nella considerazione (5) della DIR 2004/49/CE si legge che *"Tutti gli operatori del sistema ferroviario, gestori dell'infrastruttura e imprese ferroviarie, dovrebbero assumere la piena responsabilità per la sicurezza della propria parte del sistema. Ogniqualvolta appropriato, essi dovrebbero cooperare nell'attuare le misure di controllo del rischio [...]"*

Nella considerazione (17) della DIR 2004/49/CE (recepita dall'art.8/1 del D.Lgs 162/2007) si legge che *"Ciascun gestore dell'infrastruttura ha la responsabilità centrale per la sicurezza della progettazione, della manutenzione e del funzionamento della sua rete ferroviaria. [...]"*

Al paragrafo 2.3 del Decreto ANSF n.1/2009, avente come oggetto Attribuzioni in materia di sicurezza della circolazione ferroviaria, si legge, tra l'altro, che *"RFI e le imprese ferroviarie sono responsabili ciascuno della propria parte di sistema [...], del relativo funzionamento sicuro e del controllo dei rischi che ne derivano[...]"*

³² Considerazione (4) della DIR 2004/49/CE *"[...] Ove ragionevolmente praticabile, la sicurezza dovrebbe essere ulteriormente migliorata alla luce del progresso tecnico e scientifico e tutelando la competitività del modo di trasporto su rotaia"*

di far rispettare le leggi e i regolamenti in tema di polizia, regolarità e sicurezza delle ferrovie e di sorvegliare che non vengano commesse infrazioni interessanti l'impianto o il servizio loro affidato, accertando, contestando e verbalizzando le infrazioni secondo quanto previsto dagli artt. 11 e 12 del Codice della Strada e dagli artt. 23-25 del Regolamento di attuazione, nonché dell'art. 71 del D.P.R. 18 luglio 1980 n. 753.

Con l'impresenziamento degli impianti PL queste funzioni, che prima aveva l'addetto alla custodia dei PL e quindi il GI, sembrano non essere state in nessun modo implementate da parte del GI.

Nella condizione di presenziamento da parte di un addetto del PL anche le situazioni di emergenza (ad esempio l'intrappolamento tra le barriere di un veicolo) venivano gestite direttamente dal personale ferroviario e questo aspetto è stato affrontato dal GI di fatto nei soli casi ove sono previsti i dispositivi TV-PL e PAI-PL (ref. artt. 9 e 10 della IEPL [1]).

Con l'esercizio delle linee con DCO e in CTC/DCO si è venuta a creare una situazione in cui i dispositivi TV-PL non vengono facilmente accettati presso i DCO poiché impongono il controllo da parte dell'uomo dell'impianto TV rendendo impraticabile di fatto l'impresenziamento di quegli impianti. Di qui l'intuibile disincentivo per il GI all'adozione di tale tecnologia. Gli impianti PAI-PL, come altri sistemi sperimentati di controllo automatico della libertà dell'attraversamento, hanno dimostrato finora di essere complicati, difficilmente mantenibili e di fornire diverse false segnalazioni con conseguenti ripercussioni sulla regolarità dell'esercizio ferroviario.

Per tutti gli impianti impresenziati e senza tali dispositivi non sono state implementate da parte del GI procedure di gestione delle emergenze che non siano il controllo della chiusura delle barriere complete o il controllo del funzionamento delle luci lato strada, che però nulla possono se un veicolo stradale (leggero o pesante) rimane intrappolato tra le barriere senza averle danneggiate.

In taluni casi il rischio della presenza di un veicolo stradale leggero tra le barriere è stato ridotto adottando barriere tallonabili e/o piazzole di ricovero. Queste ultime se da un lato consentono ad una autovettura di ricoverarsi in una zona sicura (non ben individuata né dal codice della strada né in corrispondenza degli impianti) dall'altro permettono di ospitare un veicolo stradale pesante tra le barriere regolarmente chiuse.

Di fatto l'utente stradale in questi casi di emergenza è lasciato solo e senza alcun mezzo per poterli gestire, senza nessuna indicazione immediata ed efficace sul posto (obbligatoria e spesso ridondante in altri contesti quali edifici pubblici, a bordo dei veicoli, nelle gallerie, ...) e con il solo art. 147 del CdS nella sua memoria.

Nelle figure che seguono si riportano alcuni esempi di indicazioni e mezzi di comunicazione dell'emergenza adottati in altre situazioni.

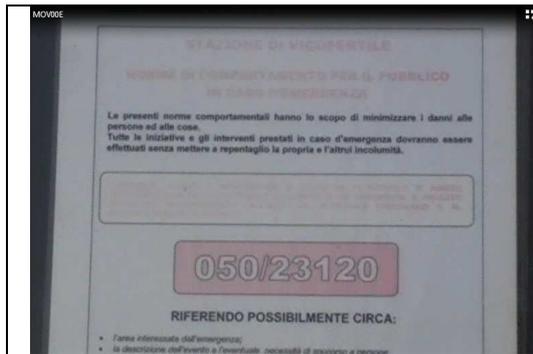


Figura 114: Norme di comportamento per il pubblico in caso di emergenza esposte nella stazione impresenziata di Vicofertile e numero di telefono per una chiamata di emergenza



Figura 115: Dispositivo di segnalazione emergenza, dotato di videosorveglianza e dispositivi di comunicazione, presente in alcune stazioni della rete Ferroviaria Regionale di Roma (ad esempio San Filippo Neri e Tuscolana)



Figura 116: Telefono, e segnale sul posto che ne spiega l'utilizzo, per una chiamata di emergenza al personale del GI che esercisce la linea, posto in corrispondenza del PL impresenziato di Milford nel Regno Unito



Figura 117: ubicazione dei 4 telefoni di emergenza posti in corrispondenza del PL impresenziato di Milford nel Regno Unito

Sempre solo e senza alcun controllo l'utente stradale è libero di attraversare a piedi a barriere chiuse, di attraversare a bordo di un veicolo a segnali luminosi accesi e magari con le barriere che hanno già iniziato il movimento di chiusura, di tallonare le barriere (spaventoso è il numero di tallonamenti che avvengono in alcuni PL critici, quasi tutti ad opera di ignoti), mettendo a rischio la propria vita e quella delle persone a bordo dei convogli ferroviari, provocando danni all'infrastruttura e ritardi alla circolazione ferroviaria senza considerare le conseguenze ben più gravi che si possono avere nel caso di incidente con un treno. Il cittadino è solo, e in alcuni casi esasperato dai tempi di chiusura lunghi, libero di violare qualsiasi regola e consapevole di non essere sanzionato.

Leggendo l'articolo 147 del Codice della Strada, unico strumento di conoscenza del sistema ferroviario, l'utente della strada sa che "deve sollecitamente sgombrare il PL. In caso di arresto forzato del veicolo deve cercare di portarlo fuori dei binari o, in caso di impossibilità, deve fare tutto quanto è possibile per evitare ogni pericolo per le persone, nonché fare in modo che i conducenti dei veicoli su rotaia siano avvisati in tempo utile dell'esistenza del pericolo."

La prima frase così come è scritta potrebbe essere interpretata come valida nel caso di barriere aperte non specificando nulla sulla situazione di apertura o chiusura delle barriere. La frase che segue non specifica cosa si intende per caso di arresto forzato del veicolo e così come è scritta potrebbe essere interpretata come "caso di arresto forzato" l'eventualità di rimanere intrappolati tra le barriere perché queste si sono chiuse. Comunque dice di cercare di portare il veicolo fuori dei binari (essere semplicemente fuori dai binari per chi conosce la ferrovia significa che potrebbe ancora essere investito da un treno in transito se non è anche fuori dalla opportuna distanza di sicurezza, per chi non conosce la ferrovia non è una informazione sufficiente a valutare le condizioni di sicurezza). In nessun caso viene citato l'obbligo di abbattere le barriere o di portarsi fuori della sede ferroviaria. Nel caso di impossibilità (come tale si potrebbe interpretare il caso di veicolo in avaria ma anche il caso di mancanza di sufficiente spazio per farlo), il resto della frase è di carattere estremamente generico non fornendo nessuna indicazione su come compiere le azioni citate e ciò denota la mancanza di una procedura di emergenza posta in essere dal GI e recepita e imposta dal Codice della Strada.

Una ulteriore annotazione riguarda i dati messi a disposizione da RFI per il presente studio: sia la BDS di RFI che la Tabella 6a dell'allegato alla Relazione annuale della Sicurezza di RFI sono risultate incomplete e (a volte) inesatte³³, mentre è evidente che poter disporre di una base di dati affidabile e completa degli incidenti e inconvenienti ai PL è condizione necessaria per un approccio statistico in grado di fornire un risultato attendibile, da un lato per l'identificazione delle azioni prioritarie (es. i PL che presentano un livello di rischio elevato, i PL per i quali sono prevedibili le maggiori opportunità di miglioramento della sicurezza, etc.), dall'altro per il monitoraggio dell'efficacia di soluzioni eventualmente adottate.

3.1 Raccomandazioni

I risultati del presente studio, nonché le conclusioni cui si è pervenuti, suggeriscono una serie di raccomandazioni.

- Al Gestore dell'Infrastruttura:

1. monitorare i tempi di chiusura effettivi dei PL (almeno per i PL critici o in caso di esposti e lamentele da parte della cittadinanza) e adottare le soluzioni necessarie ad ottenere tempi di chiusura complessivi dei PL tra i 3 e i 4 minuti in entrambi i sensi di marcia dei treni, in modo tale da non esasperare gli utenti stradali e porsi nelle condizioni che danno un numero minore di eventi/PL, incidenti/PL e morti/PL (come emerge dai risultati riportati nei grafici da Figura 100 a Figura 109);

³³ Il che ha comportato, ad esempio, la perdita di informazioni relative a circa il 20% degli incidenti a PL e al 6% degli eventi a PL.

2. tra le soluzioni necessarie a limitare i tempi di chiusura reali, valutare l'opportunità di:
 - sostituire la *chiusura tramite apparato centrale* con la *chiusura comandata automaticamente dalla marcia del treno* che presenta tra l'altro anche un minor numero di eventi/PL e di incidenti/PL (ref. Figura 41);
 - tornare al regime del "giallo-rosso" per l'ingresso e la fermata nelle stazioni impresenziate i cui segnali proteggono PL su linee attrezzate per la ripetizione in macchina degli stessi (ad esempio con sistema SCMT);
3. nei PL comandati a distanza (almeno per i PL critici) installare:
 - sistemi per "il rilievo automatico delle infrazioni al PL" (e relativi cartelli monitori); tali sistemi sono basati su tecnologie ormai ampiamente diffuse³⁴ (oltre che ben note agli automobilisti) che, non solo permetterebbero di incrementare la sicurezza dei PL a costi ragionevoli, ma, rendendo possibile un'applicazione più sistematica delle sanzioni (pecuniarie e amministrative) già previste ai commi 5 e 6 dell'art.147 del codice della Strada e s.m.i., contribuirebbero a scoraggiare comportamenti (intenzionalmente) scorretti da parte degli utenti della strada, riducendo, pertanto, tutti gli inconvenienti e incidenti di tipo *SA43-PL Indebito attraversamento/tallonamento da parte di veicoli*;

oppure:

- altri sistemi di videosorveglianza efficaci per "il rilievo delle infrazioni al PL" (e relativi cartelli monitori);

facendosi carico delle funzioni previste per il GI dagli artt. 11 e 12 del Codice della Strada e dagli artt. 23-25 del suo Regolamento di attuazione, nonché dell'art. 71 del D.P.R. 18 luglio 1980 n. 753, contribuendo in maniera proattiva a loro eventuali aggiornamenti, per il miglioramento della sicurezza e della regolarità dell'esercizio, e agli eventuali adeguamenti resisi necessari per l'introduzione di nuove tecnologie.

4. nei PL con barriere complete comandati a distanza (almeno per i PL critici), qualora il GI non ritenga opportuno installare un impianto TV-PL, o PAI-PL, adottare altre soluzioni che comportino una adeguata mitigazione del rischio di intrappolamento tra le barriere, avviando un processo di valutazione del rischio

³⁴ Si pensi, ad esempio, ai sistemi per il rilievo delle infrazioni a semaforo rosso o ai sistemi di monitoraggio dei varchi delle Zone a Traffico Limitato.

secondo i cogenti vincoli normativi ormai in vigore (ad esempio il Regolamento CE N.352/2009) e prendendo in considerazione almeno le seguenti possibilità:

- installare opportuni sistemi di controllo automatico della libertà dell'attraversamento del PL affidabili e mantenibili;
- valutare se, senza il presenziamento dell'impianto PL e con il controllo di chiusura delle barriere, sia ancora conveniente prevedere delle piazzole di ricovero;
- sostituire le barriere attuali, non tallonabili, con barriere facilmente tallonabili anche dalle autovetture;
- segnalare le aree "sicure" (ad esempio individuandole con delle strisce di vernice sull'asfalto) dove gli utenti della strada che siano accidentalmente rimasti fra le barriere possano attendere in sicurezza il passaggio del treno e prendere accordi con le autorità competenti per far introdurre nell'art. 147 del CdS l'esplicita previsione dell'obbligo di seguire la procedura di emergenza individuata dal GI, richiamata con cartelli monitori sul posto, nel caso che un veicolo sia rimasto anche solo parzialmente fuori da tali aree sicure (ad esempio azionare eventuali dispositivi di emergenza, abbattere le barriere,...) contemplando nella valutazione del rischio sia il caso di veicolo marciante sia quello di arresto forzato dello stesso;
- installare:
 - idonei apparecchi telefonici o di altra natura (ad esempio quelli già in uso presso alcune stazioni del trasporto regionale passeggeri di Roma, cfr. Figura 115, dotati anche di impianto di visualizzazione e comunicazione, che qualora fossero posti contrapposti lungo la direzione di marcia del treno, sfalsati uno a destra e uno a sinistra della direzione di marcia del treno, e attivati contemporaneamente dalla pressione di uno solo dei tasti di emergenza, potrebbero automaticamente visualizzare la zona di attraversamento non delimitata come sicura - ad esempio da strisce di vernice a terra - e consentire una verifica immediata della sua libertà per il passaggio in sicurezza del treno o il comando dell'arresto del treno in arrivo al PL nel modo più efficace possibile, eventualmente prevedendo la possibilità di inserire una boa SMCT idonea a proteggere i punti singolari ad una distanza di frenatura dal PL) che consentano all'utente stradale di fare in modo, seguendo la procedura individuata dal GI, prescritta nel CdS, e richiamata da segnali sul posto, che i conducenti dei veicoli su rotaia siano avvisati in tempo utile dell'esistenza del pericolo come già previsto

dall'art. 147 del CdS;

oppure (ipotizzando anche un'implementazione per passi successivi, a partire dalle soluzioni di più immediata realizzazione e già da alcuni anni raccomandate a livello europeo) installare:

- cartelli (visibili da entrambi i sensi di marcia e anche dall'esterno della sede ferroviaria) che riportino un numero di telefono diretto da contattare in situazioni di emergenza da qualunque persona presente sul posto in modo che i conducenti dei veicoli su rotaia siano avvisati in tempo utile dell'esistenza del pericolo, e che riportino le informazioni fondamentali relative al PL (e.g. ubicazione, linea ferroviaria di appartenenza e progressiva km)
 - cartelli ben visibili dall'interno della zona di attraversamento del PL che indichino all'utente della strada le azioni da intraprendere in conformità all'art. 147 modificato (e.g. porsi nelle aree sicure, usare i dispositivi di segnalazione dell'emergenza, abbattere le barriere, etc.);
5. per i PL con maggiori criticità valutare l'opportunità di sostituire le *semibarriere* con le *barriere complete* che presentano un minor numero di incidenti/PL e morti/PL (ref. Figura 51 e Figura 52.b));
 6. Verificare per i PL con maggiore criticità che sia assicurata in ogni caso la visibilità dei segnali luminosi, di tutte le tipologie dei PL, dalla maggiore distanza possibile ripetendo, ove necessario, anche i segnali luminosi dei PL con barriere complete, sull'altro lato della strada come già previsto dal comma 7 dell'art. 184 del Regolamento di attuazione del CdS per i PL con semibarriere.
 7. per i PL in uso a privati, applicare in maniera rigorosa (qualora ciò non fosse già fatto) le sanzioni già previste al comma 5 dell'art. 66 del D.P.R. n° 753/1980 e s.m.i. e pubblicizzare presso gli utenti interessati tale politica;
 8. dedicare maggior cura alla formazione del personale addetto all'inserimento dei dati nella BDS³⁵, in modo da assicurare che la BDS stessa sia compilata in maniera più corretta e precisa per poter essere meglio e più facilmente utilizzata

³⁵ Al paragrafo 5.2 del Decreto ANSF n.1/2009 si legge che "RFI e le imprese ferroviarie devono garantire l'accesso incondizionato alle proprie banche dati contenenti informazioni rilevanti ai fini della sicurezza ferroviaria", mentre al paragrafo 5.3 dello stesso decreto si fa presente che le banche dati alimentate da RFI e dalla Imprese Ferroviarie devono garantire la completezza e la tempestività dell'informazione.

per lo studio dei fenomeni connessi con la sicurezza del sistema ferroviario in generale e dei PL in particolare³⁶;

9. razionalizzare le *tipologie di evento* presenti nella BDS per gli eventi a PL, unificando *tipologie di evento* ridondanti (es. SA106 - *Atto vandalico* e SA171 - *Danneggiamento/Manomissione PL*, oppure SA104 - *Indebito attraversamento dei Binari* e SA44 - *PL (Indebito attraversamento da parte di persone o ciclisti)*, etc.), eliminando *tipologie di evento* non rilevanti (es. SA158 - *Rifiuto di effettuare Marcia a vista*) e aggiungendo *tipologie di evento* attualmente mancanti (es. quella di *guasto al PL*).

- Al GI e ai responsabili di migliorare/adequare le norme del CdS:

10. Prevedere anche per le barriere complete i segnali a due luci rosse lampeggianti alternativamente, già previsti per i PL con le semibarriere, ritenendoli in grado di comunicare una maggiore sensazione di pericolo ed in recepimento di quanto previsto al punto 1 (a) dell'art. 33 dell'European Agreement 2006 della Convention on Road Signs and Signals, of 1968 (Vienna Convention), cfr. Allegato G;
11. Prescrivere espressamente la necessità di assicurare in ogni caso la visibilità dei segnali luminosi di tutte le tipologie dei PL dalla maggiore distanza possibile (meglio se definita) anche ripetendo i segnali luminosi sull'altro lato della strada come già previsto dal comma 7 dell'art. 184 del Regolamento di attuazione del CdS e in recepimento di quanto previsto per tutti i segnali luminosi ai PL al punto 2 dell'art. 33 dell'European Agreement 2006 della Convention on Road Signs and Signals, of 1968 (Vienna Convention), cfr. Allegato G.
12. specificare meglio le prescrizioni dell'art. 147 del CdS e renderle coerenti con le eventuali procedure adottate dal GI a seguito del recepimento della precedente raccomandazione n. 4
13. farsi promotori in sede internazionale affinché le prescrizioni di cui al comma (e) dell'art. 19 della Convention on Road Signs and Signals, of 1968 (Vienna Convention), cfr. Allegato H, vengano meglio specificate anche in funzione dei risultati delle valutazioni del rischio effettuate nel lavoro di recepimento della precedente raccomandazione n. 4 e la conseguente modifica del CdS di cui alla precedente raccomandazione n. 12

³⁶ A tale proposito, si ricorda che, in base all'art.19/2 della DIR 2004/49/CE (recepito dall'art. 19/2 del D.Lgs n.167/2007), uno degli elementi in base ai quali l'organismo investigativo può decidere se indagare o no in merito ad un determinato incidente o inconveniente è sapere se l'incidente o inconveniente in questione fa parte di una serie di incidenti o inconvenienti pertinenti al sistema nel suo complesso.

- Alla polizia ferroviaria:
 14. coadiuvare il personale addetto all'esercizio, alla custodia ed alla manutenzione delle ferrovie nelle attività di accertamento delle infrazioni alle norme vigenti e di applicazione delle sanzioni previste³⁷.

3.2 Sviluppi futuri

Data la complessità del problema della sicurezza dei PL, si ritiene che lo studio fin qui condotto non sia esaustivo e che lascia intravedere i seguenti sviluppi futuri, sui quali si suggerisce una riflessione per l'individuazione delle priorità:

- studio o indagine di ciascuno, o di alcuni, dei 22 PL ad alta criticità individuati al paragrafo 2.3 per individuare specifiche soluzioni in grado di migliorarne il livello di sicurezza;
- studio dei PL elencati nel foglio di lavoro **Tab_2** del file **studio_eventiPL.xls** (Allegato B) che, pur non rientrando fra i PL ad alta criticità, presentano un numero/tipologia di incidenti considerato "non accettabile";
- confronto tra le caratteristiche dei PL di altri Paesi Europei e correlazione con la numerosità degli eventi (ove possibile) e degli incidenti verificatisi nelle altre nazioni e in Italia. La situazione italiana potrebbe presentare una incidentalità in linea con quella europea (come riportato da ANSF nella sua "Relazione sull'andamento della sicurezza delle ferrovie nell'anno 2011") ma in presenza di PL con caratteristiche tecnologicamente più avanzate
- elaborazione di un *fattore di scala composito* in grado di descrivere la situazione dei PL prendendo simultaneamente in considerazione più caratteristiche dei PL (e.g. tempi di chiusura e tipologia di barriere, numeri di treno giorno e tipologia di barriere, tempo di chiusura e modalità di chiusura, numero di treni giorno e modalità di chiusura, etc.);
- estensione dello studio fin qui condotto incrociando i dati sulle caratteristiche dei PL interessati da eventi e incidenti con le informazioni relative al traffico lato strada (es. *tipologia delle strade che incrociano il PL, vicinanza (o no) al centro abitato, volumi di traffico lato strada, tipologia del traffico lato strada, etc.*), poiché è evidente che PL dello stesso tipo ma situati in posti differenti presenteranno differenti livelli di rischio dovuti alle caratteristiche locali dell'intersezione con la rete stradale;
- estensione dello studio su un arco temporale di più anni, in modo da

³⁷ A tale proposito, si fa presente che già nel 2007, durante il meeting dei National Investigation Bodies, era emerso che per incrementare la sicurezza dei PL è necessario non solo *adottare soluzioni tecnologiche per migliorare la protezione dei PL e incrementare la consapevolezza dell'opinione pubblica in riferimento alla pericolosità dei PL*, ma anche *applicare la legge per perseguire coloro che mettono in pericolo se stessi e gli altri adottando comportamento scorretti ai PL*.

- a) valutare l'evoluzione temporale delle tipologie di evento statisticamente più significative e definire delle azioni prioritarie;
- b) valutare l'efficacia di soluzioni adottate su specifici PL per incrementarne il livello di sicurezza.

Indice delle figure

Figura 1.	Componenti della sicurezza dei PL (fonte: Progetto Europeo SELCAT - Deliverable 15 - Final Report for Publication).....	6
Figura 2.	Classificazione dei PL secondo l'art.1 dell'IEPL.....	7
Figura 3.	Classificazione base dei PL proposta dall'ERA.....	7
Figura 4.	a) Numero di PL per compartimento. b) Distribuzione percentuale dei PL fra i compartimenti (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	9
Figura 5.	a) Numero di PL per "modalità di chiusura PL". b) Distribuzione dei PL in base alla "modalità di chiusura PL" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	10
Figura 6.	a) Numero di PL per "modalità di riapertura PL". b) Distribuzione dei PL in base alla "modalità di riapertura PL" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	10
Figura 7.	a) Numero di PL per "tipo di barriere". b) Distribuzione percentuale dei PL in base alla "tipo di barriere" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	11
Figura 8.	a) Numero di PL per "segnalazione lato ferrovia". b) Distribuzione dei PL in base alla "segnalazione lato ferrovia" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	11
Figura 9.	a) Numero di PL per "presenza di attrezzature di sussidio alla protezione del PL". b) Distribuzione dei PL in base alla "presenza di attrezzature di sussidio alla protezione del PL" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	12
Figura 10.	a) Numero di PL per "tipo di segnalazione lato strada". b) Distribuzione dei PL in base al "tipo segnalazione lato strada" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	12
Figura 11.	a) Numero di PL per "tipologia della linea". b) Distribuzione dei PL in base alla "tipologia della linea" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	13
Figura 12.	a) Numero di PL per "velocità massima della linea". b) Distribuzione dei PL in base alla "velocità massima della linea" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	13
Figura 13.	a) Numero di PL per "numero di treni/giorno". b) Distribuzione dei PL in base al "numero di treni/giorno" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	14
Figura 14.	a) Numero di PL in base al "tempo medio di chiusura per singolo treno". b) Distribuzione dei PL in base al "tempo medio di chiusura per singolo treno" (fonte dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls).....	14
Figura 15.	Distribuzione assoluta [a]) e percentuale [b]) di eventi ai PL per tipologia di evento.....	19
Figura 16.	Distribuzione assoluta [a]) e percentuale [b]) di incidenti ai PL per tipologia di evento.....	20

Figura 17.	Incidentalità delle tipologie di evento associate ad eventi ai PL.....	20
Figura 18.	Mortalità degli incidenti ai PL per tipologia di evento.....	23
Figura 19.	Gravità degli incidenti (secondo la classificazione contenuta nella DIR 2004/49/EC) per tipologia di evento.....	23
Figura 20.	a) Numero morti in incidenti ai PL per tipologia di evento. b) Distribuzione del numero di morti in incidenti a PL per tipologia di evento.....	24
Figura 21.	Distribuzione percentuale degli eventi ai PL [a]) e degli incidenti ai PL [b]) nelle 8 fasce orarie definite.....	25
Figura 22.	a) Numero di relazioni di indagine aperte su eventi ai PL per tipologia di evento. b) Distribuzione percentuale delle indagini aperte su eventi ai PL per tipologia di evento.....	27
Figura 23.	a) Numero di eventi ai PL [a]) e di incidenti ai PL [b]) per Regione.	29
Figura 24.	Distribuzione degli eventi e degli incidenti ai PL fra le Regioni	30
Figura 25.	Percentuale di incidenti ai PL per Regione.....	30
Figura 26.	Numero di morti in incidenti ai PL per Regione	31
Figura 27.	Numero di eventi ai PL per Regione e per milioni di treni-km.....	32
Figura 28.	Numero di incidenti ai PL per Regione e per milioni di treni-km.....	32
Figura 29.	Numero di morti in incidenti ai PL per Regione e per milioni di treni-km.....	33
Figura 30.	a) Numero di eventi ai PL per compartimento. b) Numero di incidenti ai PL per compartimento. b) Distribuzione degli eventi e degli incidenti ai PL fra i compartimenti.....	37
Figura 31.	a) Numero di eventi/PL per compartimento. b) Numero di incidenti/PL per compartimento.	38
Figura 32.	a) Numero di morti in incidenti ai PL per compartimento. b) Numero di morti in incidenti ai PL per compartimento normalizzato al numero di PL per compartimento	39
Figura 33.	Percentuale di incidenti ai PL per compartimento.....	39
Figura 34.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per compartimento. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per compartimento. c) Incidentalità della tipologia SA106 per compartimento.	40
Figura 35.	a) Numero di eventi e incidenti di tipologia SA158 per compartimento. b) Media di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per compartimento.	41
Figura 36.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per compartimento. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per compartimento.	42
Figura 37.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per compartimento. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per compartimento. c) Incidentalità della tipologia SA43 per compartimento.	43

Figura 38.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per compartimento. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per compartimento. c) Incidentalità della tipologia SA44 per compartimento.	44
Figura 39.	Percentuale di PL “poco critici”, “mediamente critici” e “molto critici” per compartimento, rispetto al numero di PL per compartimento.....	45
Figura 40.	a) Numero di eventi e di incidenti ai PL per modalità di chiusura PL. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per modalità di chiusura PL.....	47
Figura 41.	Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per modalità di chiusura PL.....	48
Figura 42.	a) Numero assoluto di morti in incidenti ai PL per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di morti in incidenti ai PL per modalità di chiusura PL.....	49
Figura 43.	Incidentalità per modalità di chiusura PL.....	50
Figura 44.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per modalità di chiusura PL. c) Incidentalità della tipologia SA106 per modalità di chiusura PL.....	51
Figura 45.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per modalità di chiusura PL.	52
Figura 46.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per modalità di chiusura PL.	53
Figura 47.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per modalità di chiusura PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per modalità di chiusura PL. c) Incidentalità della tipologia SA43 per modalità di chiusura PL.....	54
Figura 48.	a) Numero di eventi e incidenti di tipologia SA44 per modalità di chiusura PL. b) Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per modalità di chiusura PL. c) Incidentalità della tipologia SA44 per modalità di chiusura PL.	55
Figura 49.	Percentuale di PL critici per modalità di chiusura PL.	56
Figura 50.	a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per tipo di barriere. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per tipo di barriere.	57
Figura 51.	Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per tipo di barriere.....	58
Figura 52.	a) Numero assoluto di morti in incidenti ai PL per tipo di barriere. b) Numero relativo di morti/PL per tipo di barriere.....	59
Figura 53.	Incidentalità per tipo di barriere.....	60
Figura 54.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per tipo di barriere. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per tipo di barriere. c) Incidentalità della tipologia SA106 per tipo di barriere.....	61
Figura 55.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per tipo di barriere. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per tipo di barriere.	62

Figura 56.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per tipo di barriera. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per tipo di barriere.	63
Figura 57.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per tipo di barriere. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per tipo di barriere. c) Incidentalità della tipologia SA43 per tipo di barriere.	64
Figura 58.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per tipo di barriere. b) Numero assoluto di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per tipo di barriere. c) Incidentalità della tipologia SA44 per tipo di barriere.	65
Figura 59.	Percentuale di PL critici per tipo di barriere.....	66
Figura 60.	a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.....	68
Figura 61.	Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL	68
Figura 62.	Numero assoluto [a]) e relativo [b]) di morti in incidenti ai PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL	69
Figura 63.	Incidentalità dei PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL	70
Figura 64.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. c) Incidentalità della tipologia SA106 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.....	71
Figura 65.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.	72
Figura 66.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.	73
Figura 67.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. c) Incidentalità della tipologia SA43 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.....	74
Figura 68.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL. c) Incidentalità della tipologia SA44 per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.....	75
Figura 69.	Percentuale di PL critici per PL con o senza attrezzature di sussidio alla protezione dei PL.....	76
Figura 70.	a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per tipologia della linea. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per tipologia della linea.	77

Figura 71.	Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per tipologia della linea.....	78
Figura 72.	Numero assoluto [a)] e relativo [b)] di morti in incidenti ai PL per tipologia della linea.....	78
Figura 73.	Incidentalità per tipologia della linea	79
Figura 74.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per tipologia della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per tipologia della linea. c) Incidentalità della tipologia SA106 per tipologia della linea.....	80
Figura 75.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per tipologia della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per tipologia della linea.....	81
Figura 76.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per tipologia della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per tipologia della linea.	82
Figura 77.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per tipologia della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per tipologia della linea. c) Incidentalità della tipologia SA43 per tipologia della linea.....	83
Figura 78.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per tipologia della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per tipologia della linea. c) Incidentalità della tipologia SA44 per tipologia della linea.....	84
Figura 79.	Percentuale di PL critici per tipologia della linea.....	85
Figura 80.	a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per velocità massima della linea. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per velocità massima della linea.....	86
Figura 81.	Numero di eventi/PL e di incidenti/PL per velocità massima della linea.....	87
Figura 82.	Numero di morti in incidenti ai PL per velocità massima della linea	87
Figura 83.	Incidentalità per velocità massima della linea	88
Figura 84.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per velocità massima della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per velocità massima della linea. c) Incidentalità della tipologia SA106 per velocità massima della linea.....	89
Figura 85.	a) Numero di eventi e incidenti di tipologia SA158 per velocità massima della linea. b) Media di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per velocità massima della linea.	90
Figura 86.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per velocità massima della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per velocità massima della linea.	91
Figura 87.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per velocità massima della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per velocità massima della linea. c) Incidentalità della tipologia SA43 per velocità massima della linea.	92

Figura 88.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per velocità massima della linea. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per velocità massima della linea. c) Incidentalità della tipologia SA44 per velocità massima della linea.	93
Figura 89.	Percentuale di PL critici per velocità max. della linea	94
Figura 90.	a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per numero di treni/giorno. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per numero di treni/giorno.	95
Figura 91.	Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per numero di treni/giorno	96
Figura 92.	a) Numero assoluto di morti in incidenti ai PL per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di morti in incidenti ai PL per numero di treni/giorno	96
Figura 93.	Incidentalità per numero di treni/giorno	97
Figura 94.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per numero di treni/giorno. c) Incidentalità della tipologia SA106 per numero di treni/giorno.	98
Figura 95.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per numero di treni/giorno.	99
Figura 96.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per numero di treni/giorno.	100
Figura 97.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per numero di treni/giorno. c) Incidentalità della tipologia SA43 per numero di treni/giorno.	101
Figura 98.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per numero di treni/giorno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per numero di treni/giorno. c) Incidentalità della tipologia SA44 per numero di treni/giorno.	102
Figura 99.	Percentuale di PL critici per numero di treni/giorno	103
Figura 100.	a) Numero assoluto di eventi e di incidenti ai PL per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Distribuzione di eventi e incidenti ai PL per tempo medio di chiusura PL tempo medio di chiusura PL per singolo treno.	104
Figura 101.	Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per tempo medio di chiusura PL per singolo treno	105
Figura 102.	a) Numero assoluto di morti in incidenti ai PL per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di morti/PL per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.	106
Figura 103.	Incidentalità per tempo medio di chiusura PL	106
Figura 104.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA106 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA106 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. c) Incidentalità della tipologia SA106 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.	107

Figura 105.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA158 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA158 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.	108
Figura 106.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA171 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA171 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.	109
Figura 107.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA43 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA43 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. c) Incidentalità della tipologia SA43 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.	110
Figura 108.	a) Numero assoluto di eventi e incidenti di tipologia SA44 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. b) Numero relativo di eventi/PL e di incidenti/PL per la tipologia di evento SA44 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno. c) Incidentalità della tipologia SA44 per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.	111
Figura 109.	Percentuale di PL critici per tempo medio di chiusura PL per singolo treno.	112
Figura 110.	a) Numero relativo di eventi/PL [a]) e di incidenti/PL [b]) per tempo medio di chiusura PL per singolo treno e numero treni/giorno.	113
Figura 111.	Distribuzione assoluta [a]) e percentuale [b]) di eventi e incidenti ai PL ad alta criticità per compartimento.....	117
Figura 112.	Distribuzione assoluta [a]) e percentuale [b]) di eventi e incidenti ai PL ad alta criticità per tipologia di evento	118
Figura 113.	Distribuzione dei PL critici per modalità di chiusura PL [a]), tipo di barriere [b]), presenza di attrezzature di sussidio alla protezione dei PL [c]), tipologia della linea [d]), velocità max. della linea [e]), numero di treni/giorno [f]), tempo medio di chiusura PL per singolo treno [g]).....	119

Bibliografia

- [1] Istruzione per l'Esercizio dei Passaggi a Livello – Edizione 2003
- [2] Istruzioni per la Circolazione dei Treni ad uso del Personale di Accompagnamento – Edizione 2006
- [3] Regolamento sui Segnali - Testo aggiornato (ultimo aggiornamento: decreto ANSF n. 13/2009 in vigore dal 02/12/2009)
- [4] Regolamento per la Circolazione dei Treni – Edizione 1962, testo aggiornato in vigore dal 13/12/2009 (ultimo aggiornamento: decreto ANSF n. 12/2009)
- [5] Istruzione per il servizio del Personale di Condotta delle Locomotive - Edizione 1963, Ristampa 2002
- [6] Deliverable 15 - Final Report for Publication – Progetto Europeo SELCAT sulla sicurezza ai PL
- [7] D.P.R. n.753/80 - Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto
- [8] Rapporto annuale sulla sicurezza delle ferrovie italiane ricadenti nelle competenze dell'Agenzia Nazionale per la Sicurezza delle Ferrovie - ANNO 2010
- [9] D.lgs. n.285/92 – Nuovo Codice della Strada
- [10] Dlgs n. 495/1992 - Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada
- [11] Direttiva 2004/49/CE sulla sicurezza delle ferrovie
- [12] Decreto ANSF n. 1/2009
- [13] D.Lgs. n.162/2007 - Attuazione delle direttive 2004/49/CE e 2004/51/CE relative alla sicurezza e allo sviluppo delle ferrovie comunitarie
- [14] dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno 2010.xls
- [15] "Level crossings: not just a railway issue" - ERA meeting of National Investigation Bodies, 11 October 2007

Elenco Allegati

ALLEGATO A - file CauseClassification_PL.xls

ALLEGATO B - file Studio_eventiPL.xls

ALLEGATO C - file PLcritici.xls

ALLEGATO D - file dati PL da Relazione Annuale della Sicurezza RFI - Anno
2010_CORRETTO.xls

ALLEGATO E - ElencoTipologieEventi_BDS_RFI.doc

ALLEGATO F - Articoli di giornali dell'Emilia Romagna

ALLEGATO G - EU_Agreement_Conv_road_signs_2006v_EN.pdf

ALLEGATO H - Conv_road_signs_1968_EN.pdf