POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Ingegneria Gestionale

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Modelli statistici sul rischio di infortunio sul lavoro: applicazioni su dati INAIL

Relatore:
Prof. Franco Varetto

Candidato:
Nicola Tatta

Anno Accademico 2019/2020

Sommario

L'impatto economico e sociale della sicurezza e salute sul lavoro, lo studio dell'Agenzia Europea. 7

1. L'infortunio sul lavoro 11

1.1. L'infortunio sul lavoro definito dall'INAIL 11

1.2. L'assicurazione obbligatoria INAIL 13

1.3. La denuncia di infortunio ed il premio assicurativo 15

2. I dati dello studio 18

2.1. Gli open data Inail 18

2.2. Pulizia ed ottimizzazione del dataset 30

3. Gli infortuni in Piemonte nel periodo 2014-2018 33

3.1. Descrizione degli infortuni per data di accadimento 33

Denunce di infortunio 33

Confronto denunce con dati occupazionali Istat 34

Infortuni accertati come positivi 35

Confronto infortuni con dati occupazionali Istat 37

Stagionalità infortuni 38

Gravità degli infortuni 41

3.2. Descrizione degli infortuni per territorio 45

Confronto con dati occupazionali Inail 47

Gravità degli infortuni 50

Full Time Equivalent 53

3.3. Descrizione degli infortuni per settore ATECO 55

Settore ATECO 56

Gravità degli infortuni per macrosettore ATECO 65

Infortuni mortali 67

Analisi temporale degli infortuni per settore 68

3.4. Descrizione degli infortunati per età, sesso e luogo di nascita 70

Sesso del lavoratore 70

Età del lavoratore 73

Luogo di nascita dell'infortunato 75

4. Applicazione dei modelli per il rischio operativo 79

4.1. Modelli di frequenza 80

Lavorazioni agricole ed alimenti 82

Chimica, Carta e Cuoi 84
Costruzioni ed impianti 86
Energia e comunicazioni 88
Legno e affini 90
Metalli e macchinari 92
Mineraria, rocce e vetro 94
Tessile e confezioni 96
Trasporti e magazzini 98
Attività varie 100
4.2. Distribuzione dei valori delle perdite 102
Lavorazioni agricole ed alimenti 106
Chimica, carta e cuoi 109
Costruzioni ed impianti 111
Energia e comunicazione 113
Legno e affini 114
Metalli e macchinari 115
Mineraria, rocce e vetro 116
Tessile e confezioni 117
Trasporti e magazzini 118
Attività varie 119
4.3. Distribuzione delle perdite complessive 120
Lavorazioni agricole ed alimenti 122
Chimica, carta e cuoi 123
Costruzioni ed impianti 125
Energia e comunicazione 126
Legno e affini 127
Metalli e macchinari 129
Mineraria, rocce e vetro 130
Tessile e confezioni 131
Trasporti e magazzini 132
Attività varie 134
4.4. Le perdite complessive dei Grandi Gruppi Tariffari 136

4.5. Comparazione con i dati del 2014,2015 e 2016 137
5. Infortuni in Piemonte e variabili macroeconomiche 139
5.1. Analisi trimestrale sugli infortuni totali 139
5.2. Analisi dati mensili per settore ATECO 142
Settore *B - Estrazione di Minerali da Cave e Miniere* 145
Settore C – *Attività manifatturiere* 146
Settore *D - Fornitura di Energia Elettrica* 149
Settore *F – Costruzioni* 150
Conclusioni 153
Bibliografia e sitografia 156
Ringraziamenti 158

Premessa e scopo del lavoro

Il presente lavoro di tesi si pone l'obiettivo di analizzare, mediante l'utilizzo di modelli statistici, gli eventi infortunistici avvenuti in ambito lavorativo.
L'interesse per questo argomento nasce dal tirocinio formativo svolto all'interno dell'area *Environment, Health and Safety (*EHS*)* dell'azienda Engineering S.p.A.
Lo studio e l'implementazione di un sistema di *risk management* mi ha permesso di approfondire come le malattie e gli infortuni legati al mondo del lavoro comportino costi economici elevatissimi per tutto il sistema lavorativo, dall'individuo, che li subisce in prima persona, al datore di lavoro e fino alla società tutta.

Dopo una breve panoramica sull'ultima relazione annuale, pubblicata dalla "Agenzia Europea per la Sicurezza e Salute sul lavoro", inerente il numero e l'impatto degli infortuni nell'Unione, si è descritto sommariamente il funzionamento dell'assicurazione obbligatoria per gli infortuni sul lavoro nel nostro Paese, la cui gestione è affidata all'Inail.
L' Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro segue una politica di "open data" e rende disponibili, in modo grezzo, i dati regionali sugli infortuni accaduti in ambito lavorativo (in occasione di lavoro ed in itinere) dell'ultimo quinquennio.
I dati utilizzati nello studio si riferiscono agli infortuni accaduti nella regione Piemonte nel periodo 2014-2018.

Dopo aver dettagliato le variabili del dataset ed effettuato la pulizia dello stesso, si è proceduto con un'analisi descrittiva degli infortuni che è stata condotta in ottica temporale, territoriale, settoriale e del lavoratore.

Terminata l'analisi descrittiva si è proceduto con l'applicazione di modelli statistici utilizzati nel ramo della gestione del rischio operativo al fine di valutare gli impatti, in termini di giorni indennizzati, degli infortuni sui *Grandi Gruppi Tariffari*.
Nello specifico, sono stati utilizzati modelli di *frequency* (distribuzione della frequenza degli eventi) e modelli di *severity* (distribuzione del valore delle perdite).

Questi modelli, combinati tra loro tramite la simulazione *Monte Carlo*, hanno permesso di ottenere la distribuzione delle perdite complessive per i singoli *Grandi Gruppi Tariffari*.

In ultimo, tramite modelli di regressione lineare multipla, si è indagato su una possibile correlazione tra il numero degli infortuni ed alcune variabili macroeconomiche come la variazione del PIL, l'indice di produzione industriale, l'indice sull'andamento dei prezzi e l'indice sul clima di fiducia.

L’impatto economico e sociale della sicurezza e salute sul lavoro, lo studio dell’Agenzia Europea.

L’ultima relazione annuale[1] dell’*Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul lavoro (EU-OSHA)* segnala come la necessità di migliorare le condizioni lavorative sia più urgente che mai, sia dal punto di vista sociale che da quello economico.

Nei paesi membri dell’Unione, secondo gli ultimi dati EUROSTAT, nel 2017 gli infortuni non fatali sono stati più di 2,4 milioni, mentre quelli con esito fatale 3.160. Dal 2013 invece si conta che il 7,9% della forza lavoro ha sofferto di problemi di salute legati alla sua occupazione, e di questi il 36% si è assentato dal lavoro per almeno 4 giorni.

Le malattie e gli infortuni legati al lavoro comportano costi economici elevatissimi per tutto il sistema lavorativo, dall’individuo, che li subisce in prima persona, al datore di lavoro e fino alla società tutta.

I risvolti negativi possono essere molteplici e costosi: il pensionamento anticipato, la perdita di personale specializzato, aggravio sul sistema sanitario nazionale, premi assicurativi, l’assenteismo ed altro.

Studi dell’Agenzia Europea hanno cercato di stimare le conseguenze finanziare di questi eventi; risulta che il 3,9% del PIL globale ed il 3,3% del PIL europeo siano spesi per far fronte ad infortuni e malattie legate al lavoro. Naturalmente questa percentuale varia significativamente da paese a paese, soprattutto tra quelli occidentali e non. Per esempio, a livello nazionale, il Regno Unito ha stimato che l’impatto finanziario delle lesioni e delle malattie legate al lavoro ammonterà a circa 16,21 miliardi di euro, lo 0,8% del suo PIL, escludendo, peraltro le malattie a lungo termine come, ad esempio, il cancro.

Nei Paesi Bassi i costi inerenti alle spese mediche (76 milioni di euro) e l’assenteismo (200 milioni di euro) ammontano a euro 276 milioni (Bakhuys Roozeboom et al., 2011). Alla luce di quanto sopra, dunque, si può affermare che non solo i costi diretti

[1] The value of occupational safety and health and the societal costs of work-related injuries and diseases (2019)

(per esempio le spese sanitarie) ed indiretti (costi concernenti il congedo parentale, perdita di produttività, ecc.) dovranno essere tenuti in debita considerazione, ma anche l'impatto delle conseguenze che queste malattie provocano sul benessere dei lavoratori e delle loro famiglie.

In conclusione, lo studio dimostra come l'entità degli infortuni e delle malattie legate a contesti lavorativi siano un costo più che considerevole, che necessita di essere ridotto con adeguate politiche di prevenzione.

Lo studio condotto dall'Agenzia Europea ha come obiettivo quello di stimare questi costi. Infatti, solo con una stima il più accurata possibile in termini finanziari i vari governi dei paesi europei possono rendersi conto del peso economico sociale di questi eventi e allocarvi le giuste risorse.

Lo studio ha preso come riferimento cinque paesi europei: la Finlandia, la Germania, l'Italia, i Paesi Bassi e la Polonia. I risultati dello studio, basato sui dati del 2015, sono riepilogati in **Tabella 1**, **Tabella 2** e **Tabella 3** (European Agency for Safety and Health at Work, 2019)**.**

	Infortuni sul lavoro		**Malattie professionali**	
Paesi	Non fatali (almeno un giorno lavorativo perso)	Fatali	Non Fatali	Fatali
Finlandia	63.407	35	67.795	628
Germania	1.158.865	450	1.088.793	13.924
Italia	1.257.987	543	638.448	10.524
Paesi Bassi	99.880	35	220.368	3.262
Polonia	697.337	301	454.090	4.663

Tabella 1 - Stima del numero di infortuni e malattie professionali (2015 o anno più vicino disponibile) – Elaborazioni EU-OSHA.

Paesi	**Finlandia**	**Germania**	**Italia**	**Paesi Bassi**	**Polonia**
Numero totale di eventi	131.867	2.262.031	1.907.504	323.544	1.156.394
Costi diretti	484	10.914	8.491	2.137	1.882
% del totale	8	10	8	9	4
Costi indiretti	4.362	70.658	58.961	6.468	19.588

% del totale	72	66	56	69	45
Costi intangibili	1.196	25.557	37.392	5.147	22.311
% del totale	20	24	36	22	51
Costi totali	6.042	107.129	104.844	23.751	43.781
% del PIL	2.9	3.5	6.3	3.5	10.2
Costi per singolo evento	45.816	47.360	54.964	73.410	37.860
Costi per lavoratore	2.479	2.664	4.667	2.855	2.722
PIL per lavoratore	86.016	75.692	73.565	82.159	26.738

Tabella 2 - Stima dei costi per infortuni e malattie professionali del 2015. Elaborazioni EU-OSHA (in milioni di EUR)

Paesi	**Datore di lavoro**		**Lavoratore**		**Società**	
	In milioni di EUR	%	In milioni di EUR	%	In milioni di EUR	%
Finlandia	1.325	22	3.800	63	916	15
Germania	21.534	20	64.813	61	20.782	19
Italia	20.632	20	70.391	67	13.821	13
Paesi Bassi	3.484	15	17.235	73	3.032	13
Polonia	5.007	11	34.421	79	4.353	10

Tabella 3 - Costi degli infortuni e malattie professionali suddivisi per stakeholder. Elaborazioni EU-OSHA

1. L'infortunio sul lavoro

1.1.L'infortunio sul lavoro definito dall'INAIL

Il Ministero del Lavoro e delle Politiche Sociali definisce l'infortunio sul lavoro come: "*ogni lesione originata, in occasione di lavoro, da causa violenta che determini la morte della persona o ne menomi parzialmente o totalmente la capacità lavorativa*".

L'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL) fornisce una definizione similare dell'infortunio, ma dettaglia due concetti fondamentali: la causa violenta e l'occasione di lavoro.
Dal Testo Unico delle Disposizioni per L'assicurazione Obbligatoria contro gli Infortuni Sul Lavoro E Le Malattie Professionali - D.P.R. 1124/1965 si evince che:

"L'assicurazione comprende tutti i casi di infortunio avvenuti per causa violenta in occasione di lavoro, ivi comprese le attività prodromiche e strumentali[2]*, da cui sia derivata la morte o un'inabilità permanente al lavoro, assoluta o parziale, ovvero un'inabilità temporanea assoluta che importi l'astensione dal lavoro per più di tre giorni."*

Gli elementi integranti l'infortunio sul lavoro sono:

- **la causa violenta: "***È un fattore che opera dall'esterno nell'ambiente di lavoro, con azione intensa e concentrata nel tempo, e presenta le seguenti caratteristiche: efficienza, rapidità ed esteriorità. Può essere provocata da sostanze tossiche, sforzi muscolari, microrganismi, virus o parassiti e da condizioni climatiche e microclimatiche. In sintesi, una causa violenta è ogni*

[2] In caso di infortunio, l'attività posta in essere per predisporre quanto necessario per lo svolgimento dell'attività lavorativa e per il funzionamento degli strumenti di tecnologici utili ai lavori da eseguire è indennizzabile.

aggressione che dall'esterno danneggia l'integrità psico-fisica del lavoratore."

- **l'occasione di lavoro**: "*Si tratta di tutte le situazioni, comprese quelle ambientali, nelle quali si svolge l'attività lavorativa e nelle quali è imminente il rischio per il lavoratore, è un concetto diverso rispetto alle comuni categorie spazio-temporali riassumibili nelle espressioni "sul posto di lavoro" o "durante l'orario di lavoro". A provocare l'eventuale danno possono essere:*
    - *elementi dell'apparato produttivo;*
    - *situazioni e fattori propri del lavoratore;*
    - *situazioni ricollegabili all'attività lavorativa.*

Il concetto di "occasione di lavoro" richiede che vi sia un nesso causale tra il lavoro e il verificarsi del rischio cui può conseguire l'infortunio. Non è sufficiente, quindi, che l'evento avvenga durante il lavoro ma che si verifichi per il lavoro, così come appurato dal cosiddetto esame eziologico, ossia l'esame delle cause dell'infortunio. Deve esistere, in sostanza, un rapporto, anche indiretto di causa-effetto tra l'attività lavorativa svolta dall'infortunato e l'incidente che causa l'infortunio.

Sono esclusi dalla tutela gli infortuni conseguenti ad un comportamento estraneo al lavoro, quelli simulati dal lavoratore o le cui conseguenze siano dolosamente aggravate dal lavoratore stesso.

Sono invece tutelabili gli infortuni accaduti per colpa del lavoratore, in quanto gli aspetti soggettivi della sua condotta (imperizia, negligenza o imprudenza) non assumono alcun valore per l'annullamento dell'indennizzo nell'evento lesivo, sempreché si tratti di aspetti di una condotta comunque riconducibile nell'ambito delle finalità lavorative."

In riferimento alla tutela delle "situazioni ricollegabili all'attività lavorativa", l'Inail tutela anche i lavoratori nel caso di infortuni avvenuti durante il normale tragitto di andata e ritorno tra l'abitazione e il luogo di lavoro.

Il cosiddetto infortunio in itinere può verificarsi, inoltre, durante il normale percorso che il lavoratore deve fare per recarsi da un luogo di lavoro a un altro,

nel caso di rapporti di lavoro plurimi, oppure durante il tragitto abituale per la consumazione dei pasti, se non esiste una mensa aziendale.[3]

1.2. L'assicurazione obbligatoria INAIL

L'assicurazione Inail è regolata dalle norme contenute nel Testo Unico, (D.P.R. 1124/1965), e anche da numerose disposizioni speciali dirette soprattutto ad estendere la tutela Inail a nuove categorie di lavoratori (parasubordinati, dirigenti, sportivi professionisti dipendenti, casalinghi/e).
In tal senso si cita in particolare il d.lgs. 38/2000, emanato in relazione all'art. 55 della legge n. 144/1999, unitamente alle numerose sentenze della Corte costituzionale ed ai principi posti dalla Corte di Cassazione che hanno determinato l'estensione delle categorie di lavoratori e delle attività soggette all'obbligo assicurativo.
Il rapporto assicurativo nasce per effetto di legge al verificarsi dei requisiti previsti.
Il datore di lavoro è tenuto a presentare all'Inail la denuncia dell'attività esercitata, in quanto ritenuta rischiosa.
Di norma il lavoratore rientrante nell'obbligo assicurativo, in caso di infortunio o malattia professionale, è tutelato dall'Inail con prestazioni economiche, sanitarie ed integrative, anche nel caso in cui il datore di lavoro non abbia provveduto al pagamento del premio, per il principio di automaticità delle prestazioni che caratterizza l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e le malattie professionali (nell'articolo 67 del testo unico: "*gli assicurati hanno diritto alle prestazioni da parte dell'istituto assicuratore anche nel caso in cui il datore di lavoro non abbia adempiuto agli obblighi stabiliti".*
Generalmente il costo dell'assicurazione[4] è carico del datore di lavoro ed è determinato applicando, alle retribuzioni pagate ai dipendenti occupati, i tassi previsti da

[3] https://www.inail.it/cs/internet/attivita/prestazioni/infortunio-sul-lavoro.html

[4] Il premio assicurativo

un’apposita tariffa che tiene essenzialmente conto della diversa pericolosità tra le varie lavorazioni.

L’evoluzione dei processi lavorativi e l’introduzione costante di tecnologie sempre più avanzate ha imposto l’estensione dell’obbligo assicurativo Inail a quasi tutte le attività della produzione e dei servizi.
La legge, nell’individuare le attività rischiose, le suddivide in due grandi gruppi:

- attività svolte mediante l’utilizzo di macchine, apparecchi o impianti
- attività che, per loro natura, esprimono un elevato grado di pericolosità anche se svolte senza l’utilizzo di macchine, apparecchi ed impianti; queste attività sono tassativamente indicate in specifici elenchi.

Il lavoratore è il soggetto tutelato dall’assicurazione, in quanto destinatario delle prestazioni previste al verificarsi dell’infortunio sul lavoro o del manifestarsi della malattia professionale.
Nell’assicurazione obbligatoria Inail la legge, oltre a precisare le attività rischiose e i datori di lavoro che devono stipulare l’assicurazione, individua attraverso alcuni requisiti quali sono i lavoratori tutelabili. Il lavoratore deve possedere le seguenti caratteristiche:

- essere adibito in modo permanente, avventizio ad una delle lavorazioni che la legge definisce rischiose
- prestare opera manuale intesa come contatto, diretto o ambientale, con le fonti di rischio
- svolgere la propria opera alle dipendenze e sotto la direzione altrui
- percepire una retribuzione, in qualunque forma, anche in natura.

Per quanto riguarda le attività lavorative assicurate presso l’INAIL, si fa riferimento alle seguenti “gestioni” (raggruppamento assicurativo dei datori di lavoro regolato da norme sull’assicurazione obbligatoria contro gli infortuni sul lavoro): Industria, Agricoltura e Conto Stato (Inail , 2018).

- Agricoltura. “Costituisce una disciplina distinta e autonoma da quella del settore industriale, in considerazione del diverso contesto socioeconomico, del

diverso campo di applicazione, dei livelli di prestazione, del diverso sistema di finanziamento. Sono considerati lavori agricoli i lavori di coltivazione dei fondi, la selvicoltura, l'allevamento degli animali (lavorazioni agricole principali) anche se svolti con macchine e tutte le attività preparatorie per l'utilizzo del fondo;"

- Conto Stato." Ne fanno parte i dipendenti delle amministrazioni statali, anche ad ordinamento autonomo, che rientrano nelle previsioni normative degli articoli 1 e 4 del Testo unico 1124/1965. A questi si aggiunge il corpo medico che presta servizio come docente o assistente nelle cliniche universitarie ecc."
- Industria. "È la gestione principale ed al suo interno sono individuate le quattro Gestioni Tariffarie (d.lgs. 38/2000):
    - **industria**, per le attività: manifatturiere, estrattive, impiantistiche; di produzione e distribuzione dell'energia, gas ed acqua; dell'edilizia; dei trasporti e comunicazioni; della pesca; dello spettacolo; per le relative attività ausiliarie;
    - **artigianato**, per le attività di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443, e successive modifiche ed integrazioni;
    - **terziario**, per le attività: commerciali, ivi comprese quelle turistiche; di produzione, intermediazione e prestazione dei servizi anche finanziari; per le attività professionali ed artistiche: per le relative attività ausiliarie;
    - **altre attività**, per le attività non rientranti fra quelle di cui alle lettere a), b) e c), fra le quali quelle svolte dagli enti pubblici, compresi lo Stato e gli enti locali, e quelle di cui all'articolo 49, comma 1, lettera e), della legge 9 marzo 1989, n. 88."

1.3.La denuncia di infortunio ed il premio assicurativo

Il lavoratore deve informare in caso di infortunio il datore di lavoro presentando il certificato medico scritto in prima istanza ed eventualmente anche i successivi.

Il datore di lavoro è tenuto, ai fini statistici e informativi, a comunicare telematicamente all'Inail, e per il suo tramite al sistema informativo nazionale per la

prevenzione nei luoghi di lavoro (SINP), entro quarantotto ore dalla ricezione dei riferimenti del certificato medico, (numero identificativo del certificato, data di rilascio e periodo di prognosi), i dati e le informazioni relativi agli infortuni sul lavoro da cui siano colpiti i dipendenti o assimilati, che comportino l'assenza dal lavoro di almeno un giorno, escluso quello dell'evento.

In caso la prognosi riportata sul primo certificato medico sia superiore a tre giorni, escluso quello in cui si è verificato l'evento, il datore di lavoro deve inviare oltre alla comunicazione anche la denuncia.

In caso di infortunio mortale, o quando per la gravità dell'accaduto si prevede tale pericolo, la denuncia deve essere fatta, entro 24 ore dall'infortunio, con qualunque mezzo che consenta di comprovarne l'invio.

Possono essere considerati gli infortuni denunciati entro tre anni dalla data di accadimento (termine di prescrizione). Nel gergo è qualificata denuncia qualsiasi informazione comunque reperita (relativa all'infortunio): oltre alla denuncia propriamente detta, un certificato medico, o segnalazioni di altro tipo (per esempio, a mezzo stampa).

L'Istituto dopo aver ricevuto la denuncia da parte del datore di lavoro verifica la presenza dei requisiti previsti dall'assicurazione, descritti nel precedente paragrafo, e procede agli accertamenti ritenuti necessari.

Il premio di assicurazione dovuto all'Inail si ottiene moltiplicando le retribuzioni erogate ai lavoratori rientranti nell'obbligo assicurativo per il "tasso di premio" relativo alla lavorazione svolta dai lavoratori stessi.

La retribuzione utile ai fini del calcolo del premio può essere:

- la retribuzione effettivamente percepita;
- la retribuzione convenzionale stabilita, per talune tipologie di lavoratori, con decreti ministeriali o con legge;
- la retribuzione di ragguaglio, di importo pari al minimale previsto per il pagamento delle rendite erogate dall'Inail, che si assume in via residuale in mancanza di retribuzione convenzionale e di retribuzione effettiva.

Lo strumento tecnico con il quale vengono stabiliti i tassi di premio relativi alle singole lavorazioni è la Tariffa dei premi. Si tratta di una classificazione tecnica delle lavorazioni assicurate cui corrispondono tassi differenziati in funzione dello specifico

rischio della lavorazione, così come risulta dal rapporto oneri/retribuzioni registrato dall'Inail in un determinato periodo di osservazione. Il premio assicurativo è quindi proporzionale alla concreta rischiosità della specifica lavorazione, espressa da un valore numerico che è il "tasso di premio".

Il sistema tariffario è articolato per "Gestioni Tariffarie" (Industria, Artigianato, Terziario ed Altre Attività), ad ognuna delle quali corrisponde una specifica Tariffa dei premi.

L'inquadramento dei datori di lavoro nelle singole "Gestioni Tariffarie", detto anche "inquadramento settoriale", è determinato dalla "classificazione aziendale" valida ai fini previdenziali ed assistenziali.

Il premio richiesto alla singola azienda varia in relazione a diversi parametri tutti finalizzati a riconoscere un trattamento più favorevole alle aziende a minore rischio infortunistico.

Lo strumento utilizzato è il "sistema di oscillazione dei tassi" (sistema bonus-malus), che consente di ridurre o aumentare, entro limiti prestabiliti, la misura del "tasso medio nazionale".

Il sistema distingue tra le aziende di nuova istituzione, considerando tali quelle che operano da meno di un biennio, e quelle che invece operano da più di un biennio. Nei primi due anni dalla data di inizio dell'attività viene considerata la situazione dell'azienda soltanto in relazione al rispetto delle norme di prevenzione infortuni e di igiene del lavoro.

Per il periodo successivo, invece, vengono considerati i seguenti elementi:

- andamento infortunistico aziendale;
- attuazione di interventi di miglioramento delle misure di sicurezza ed igiene sul luogo di lavoro, in aggiunta a quelli previsti dalla normativa in materia (d.lgs. 81/2008).

Con l'adozione del sistema di oscillazione dei tassi, il premio diventa anche un efficace strumento per la prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali inserito in un sistema più ampio e coordinato di incentivi, tutti mirati all'adozione di misure di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro (Inail , 2018).

2. I dati dello studio

2.1. Gli open data Inail

I dati utilizzati per questo elaborato sono dati pubblici forniti dall'Inail nell'ambito del progetto "open data".
Il progetto dell'Istituto è finalizzato ad individuare dei dati elementari da poter rendere pubblici al fine di rappresentare adeguatamente il fenomeno degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali. La finalità ultima è dare sostegno ulteriore alla definizione e alla verifica delle politiche di prevenzione, per garantire la sicurezza sul lavoro.
L'Inail per rendere più "operativi" i dati elementari forniti, ha proposto un modello di lettura per trasformare il linguaggio speciale (le definizioni operazionali), utilizzate dagli addetti ai lavori, in linguaggio comune.
Il dataset impiegato fa parte della tipologia "*Dataset statistici con dati elementari*", della categoria degli infortuni. Si tratta del tipo di dataset più granulare, che contiene i dati più grezzi, per poterlo manipolare adeguatamente.
In questa tipologia sono raccolti dati con cadenza mensile e semestrale. Si è scelto di lavorare con i dati a cadenza semestrale perché sono più consolidati, questo perché i tempi amministrativi per validare e definire un infortunio possono richiedere quasi un anno in alcune casistiche, ed inoltre coprono l'ultimo quinquennio disponibile.
Infine, essendo i dati raccolti su base regionale, è stata scelta la regione Piemonte come oggetto di analisi.
Le analisi presenti sono tutte basate sul quinquennio 2014-2018, reso disponibile il 19 dicembre 2019 sul sito dell'Istituto. Il dataset originario contiene 242.777 denunce di infortunio, ed ognuna di queste possiede venticinque variabili raggruppabili in sette macro-tipi (Ciriello, De Felice, Mosca, & M., 2013).

La struttura del dataset è la seguente.

A. Localizzazione temporale dell'infortunio:
    1. data di rilevazione;
    2. data di protocollo (del caso);
    3. data di accadimento;
    4. data di definizione;
    5. data di morte.

B. Localizzazione geografica dell'infortunio:
    6. luogo di accadimento

C. Caratteristiche dell'infortunato:
    7. identificativo dell'infortunato;
    8. genere;
    9. età;
    10. luogo di nascita.

D. Modalità dell'infortunio:
    11. modalità di accadimento;
    12. con/senza mezzo di trasporto.

E. Caratteristiche amministrative dell'infortunio:
    13. identificativo del caso;
    14. definizione amministrativa;
    15. definizione amministrativa dell'esito mortale;
    16. indennizzo;
    17. causa di negatività per l'esito mortale.

F. Caratteristiche medico-legali dell'infortunio;
    18. grado di menomazione;
    19. giorni indennizzati.

G. Caratteristiche del datore di lavoro.
    20. datore di lavoro;
    21. posizione assicurativa territoriale;
    22. settore di attività economica;
    23. gestione;
    24. gestione tariffaria;

25. *Grande Gruppo Tariffario*.

In **Tabella 4** sono descritte tutte le variabili del dataset[5].

VARIABILE	DESCRIZIONE
Data Di Rilevazione	"Definisce temporalmente la base informativa; è la data di estrazione dei dati (registrati e validati) dagli archivi. Per l'analisi degli infortuni, gli infortuni sono selezionati con la condizione "*data di protocollo ≤ data di rilevazione";* è espressa nella forma di giorno/mese/anno."
Data Di Protocollo (Del Caso)	"La data in cui è stato protocollato il (aperta la pratica del) caso d'infortunio. Si protocolla a seguito di denuncia d'infortunio e/o presentazione di certificato medico; è espressa nella forma giorno/mese/anno."
Data Di Accadimento	"È la data in cui si è verificato l'infortunio, espressa nella forma giorno/mese/anno."
Data Di Definizione	"È la data della definizione amministrativa prevalente, espressa nella forma giorno/mese/anno."
Data Di Morte	"È la data di morte dell'infortunato a seguito dell'infortunio, espressa nella forma giorno/mese/anno."
Luogo Di Accadimento	"È il codice ISTAT della provincia dove è accaduto l'infortunio."
Identificativo Dell'infortunato	"È un codice interno che può essere utilizzato per analisi longitudinali."
Genere	"È il sesso dell'infortunato"
Età	"È l'età dell'infortunato alla data di accadimento dell'infortunio, espressa in anni compiuti."
Luogo Nascita	"È la nazione in cui è nato l'infortunato. Viene utilizzato il codice Belfiore della nazione o "ITAL" per l'Italia."

[5] Le descrizioni sono direttamente fornite dall'Inail dal sito degli open data.

https://dati.inail.it/opendata/default/Daticadenzasemestrale/index.html

Modalità Accadimento	“Sono considerate due modalità principali in cui l'infortunio può accadere: "*in occasione di lavoro*" e "*in itinere*". Il valore "N" indica un infortunio occorso "*in occasione di lavoro*", il valore "S" indica un infortunio occorso *"in itinere"*. Si definisce *"in occasione di lavoro"* l'infortunio che si è verificato in connessione con le condizioni in cui si svolge l’attività lavorativa, comprese le attività prodromiche o strumentali e nelle quali è insito un rischio di danno per il lavoratore. Si definisce *"in itinere"* l'infortunio occorso al lavoratore durante il normale percorso di andata e ritorno dall'abitazione al posto di lavoro, o durante il normale tragitto che collega due luoghi di lavoro (in caso di rapporti di lavoro plurimi), o durante il normale percorso di andata e ritorno da luogo di lavoro a quello di consumazione dei pasti (qualora non esista una mensa aziendale). Gli eventi sono tutelati a condizione che eventuali interruzioni o deviazioni dal "normale" percorso non siano del tutto indipendenti dal lavoro o, comunque, non siano "necessitate”: l'interruzione e la deviazione si intendono necessitate quando sono dovute, a causa di forza maggiore, ad esigenze essenziali e improrogabili oppure all'adempimento di obblighi penalmente rilevanti. La tutela assicurativa opera anche nel caso di utilizzo del mezzo di trasporto privato purché' "necessitato" (come ad esempio: per inesistenza di mezzi pubblici che colleghino l'abitazione del lavoratore al luogo di lavoro, incongruenza degli orari dei servizi pubblici con quelli lavorativi, distanza minima del percorso tale da poter essere coperta a piedi). Restano comunque esclusi dalla tutela gli infortuni direttamente causati dall'abuso di alcolici e di psicofarmaci, dall'uso non terapeutico di sostanze stupefacenti e allucinogeni, gli infortuni occorsi al conducente sprovvisto della prescritta abilitazione alla guida. La classe "*in occasione di lavoro"* ed “*in itinere*” sono ripartite nei sottoinsiemi "senza mezzo di trasporto (coinvolto)" e "con mezzo di trasporto (coinvolto)". Riferimenti normativi: DPR 1124/1965, art. 2, comma 1 e d.lgs. 38/2000, art. 12.”

Con/Senza Mezzo di Trasporto	“Indica l'eventuale coinvolgimento di un mezzo di trasporto nell'infortunio. Le modalità di accadimento principali possono essere distinte in due raggruppamenti: "*senza mezzo di trasporto (coinvolto)*", indicato dal valore "N", e *"con mezzo di trasporto (coinvolto)”*, indicato dal valore "S". *"Con mezzo di trasporto (coinvolto)"* - qualifica l'infortunio (in occasione di lavoro o in itinere) avvenuto in un'area aperta alla pubblica circolazione col concorso di almeno un mezzo di trasporto (veicoli terrestri, non terrestri). *"Senza mezzo di trasporto (coinvolto)"* - qualifica l'infortunio (in occasione di lavoro o in itinere) avvenuto in un'area aperta alla pubblica circolazione senza il concorso di almeno un mezzo di trasporto (veicoli terrestri, non terrestri).”
Identificativo Caso	“È un codice interno che può essere utilizzato per analisi longitudinali.”
Definizione Amministrativa	“Caratterizza la situazione amministrativa prevalente del caso d'infortunio. Il caso d'infortunio può essere qualificato con esito *positivo* o esito *negativo*, può riguardare un infortunio *in franchigia* od ancora *in istruttoria*. Un caso di infortunio ha esito *positivo* se rientra nella tutela assicurativa dell’Istituto. Al contrario, un caso di infortunio possiede esito *negativo* se non rientra nella tutela assicurativa Inail. Un caso di infortunio si dice *in franchigia* se provoca assenza dal lavoro non superiore ai tre giorni, per questa tipologia l’Inail non fornisce nessuna prestazione all’infortunato. Si definisce *in istruttoria* il caso di infortunio per il quale non è stato ancora concluso il processo amministrativo per l’accertamento dei presupposti di ammissione a tutela assicurativa. La definizione amministrativa può cambiare nel tempo a seguito dell'evoluzione del caso d'infortunio. Si considera "prevalente" la definizione che, alla data di rilevazione, individua in modo proprio le conseguenze amministrative dell'evento denunciato, non l'ultima definizione amministrativa assunta in senso cronologico (ad esempio, un caso definito positivo con il riconoscimento di un determinato grado di

	menomazione continuerà ad essere definito positivo anche quando, successivamente al primo riconoscimento, intervenga una definizione amministrativa "negativa" in relazione alla richiesta, da parte dell'infortunato, di revisione del grado di menomazione precedentemente individuato). Riferimenti normativi: DPR 1124/1965, art. 1, art. 2, art. 4 e s.m.i.”
Definizione Amministrativa Esito Mortale	“Caratterizza la situazione amministrativa prevalente relativa all'esito mortale sul caso di infortunio. L'esito mortale può essere qualificato *positivo* o *negativo*. L’infortunio con esito mortale è definito *negativo* se a seguito di valutazione istruttoria, con il giudizio medico-legale, si ritiene che l’esito mortale non sia stato determinato dall’infortunio. La definizione amministrativa dell'esito mortale può cambiare nel tempo a seguito dell'evoluzione del caso d'infortunio.”
Indennizzo	“È il codice che identifica la tipologia d'indennizzo. L'indennizzo è la prestazione economica che l'Inail corrisponde agli infortunati. Sono quattro le modalità principali con cui viene erogata la prestazione: *in temporanea, in capitale, in rendita diretta* e *in rendita a superstiti*. Si definisce *in temporanea* l’indennità giornaliera (indennizzo) corrisposta all’infortunato nel caso di impossibilità temporanea di svolgere l’attività lavorativa per più di tre giorni (“inabilità temporanea assoluta”). Questa prestazione economica ha la funzione di integrare la capacità di guadagno del lavoratore venuta meno a causa della temporanea perdita dell’attitudine al lavoro; è corrisposta sino alla guarigione clinica. Si definisce *in capitale* l’indennizzo nella forma “in unica soluzione” (“lump sum”) per il danno biologico da menomazioni di grado “p” nell’intervallo [6, 15%]. Riguarda gli infortuni con data di accadimento uguale o successiva al 25 luglio 2000; è “a-reddituale”, ovvero determinata senza alcun riferimento alla retribuzione dell’infortunato. *In rendita diretta* è l’indennizzo nella forma di rendita vitalizia per le menomazioni con grado “p” nell’intervallo [16, 100%]. Questa condizione (su “p”) riguarda gli infortuni con data di accadimento uguale o

	successiva al 25 luglio 2000. È composta da una componente “a-reddituale”, che indennizza il danno biologico e da una componente reddituale, commisurata alla retribuzione dell’infortunato e all’incidenza della menomazione sulla “capacità di produrre reddito” mediante il lavoro (i parametri di calcolo sono fissati per legge con la “tabella dei coefficienti”). *In rendita a superstiti* è l’indennizzo, nella forma di rendita, che spetta ai familiari superstiti del lavoratore assicurato (alle condizioni e nelle misure previste dalla legge) quando il decesso del lavoratore sia conseguenza (immediata o a distanza di tempo) dell’infortunio sul lavoro. Oltre alle prestazioni economiche l'Inail può erogare agli infortunati prestazioni di tipo sanitario e assistenziale. Riferimenti normativi: DPR 1124/1965, articolo 66, 68, 74 e 85, d.lgs. 38/2000, art. 13, comma 2.”
Decisione Istruttoria Esito Mortale	“I casi di infortunio vengono assoggettati a valutazione istruttoria per stabilire se l'infortunio rientra nella tutela assicurativa. La decisione sullo stato (positivo o negativo) di un infortunio mortale dipende dal soddisfacimento di criteri di tipo amministrativo e sanitario.”
Grado Menomazione	“In regime di danno biologico è la percentuale "p" con cui si misura il livello di menomazione dell’integrità psicofisica in conseguenza d'infortunio. L'intervallo di variabilità di "p" (da 1 a 100%) è suddiviso convenzionalmente in classi di menomazione. La classe di menomazione è un elemento della partizione dell'intervallo di variabilità del grado di menomazione "p". Rispetto al grado di menomazione sono state definite convenzionalmente sei classi: 1. "*Menomazioni micro permanenti*": p nell'intervallo [1-5%]. Danno biologico di assai modesta entità, provocano postumi permanenti abbastanza tenui che comportano anche lievi mutamenti nella condotta di vita del danneggiato. Postumi a volte caratterizzati da anomalo carattere di permanenza. 2. *"Menomazioni di minima entità, ma superiori alle micro permanenti":* p nell'intervallo [6-15%]. Danno biologico di modesta entità, tuttavia determinante una sicura compromissione peggiorativa dell'esistenza del leso, più spesso vicariante in parte,

	sussistenza non ordinaria di limitazione nell'espletamento di attività lavorativa, sebbene non frequente. 3. *"Menomazioni di entità media inferiore"*: p nell'intervallo [16-25%]. La qualità della vita non è ancora gravemente compromessa, tuttavia il livello di pregiudizio non è trascurabile, il danno biologico è ancora non rilevante se realizzato per concorso di più pregiudizi diversi, i fattori contestuali (ambientali e personali) qualificano anche in termini di linea-media gravità il funzionamento della persona. In tema di riflesso patrimoniale la menomazione può giungere a pregiudicare anche gravemente l'attività lavorativa svolta o eccezionalmente ad abolirla. Più spesso le attività ritenute adeguate alla persona consentono di vicariare in modo efficace la funzione pregiudicata. 4. *"Menomazioni di entità media superiore"*: p nell'intervallo [26-50%]. Danno biologico permanente in grado di ridurre in modo definitivo e non recuperabile le funzionalità del soggetto leso, idoneo ad incidere gravemente sul valore uomo in tutta la sua concreta dimensione circoscrivendo, in modo non vicariante, l'esplicazione della propria personalità morale, intellettuale, culturale, l'abolizione sensoriale monolaterale o l'amputazione segmentale importante le qualificano in termini di gravità anche solo sulla base di presunzione semplice, frequentemente è richiesto un ausilio tecnico o un sistema di sostegno per compensare il deficit funzionale. La qualità della vita è gravemente compromessa e non compensabile, l'interazione tra le condizioni di salute ed i diversi fattori è spesso negativa e limitativa, la menomazione può impedire l'attività lavorativa specifica svolta, ma più spesso consente altre attività adeguate alla persona o della categoria d'appartenenza, individuata per età, esperienza e preparazione culturale. 5. *"Macro menomazioni permanenti"*: p nell'intervallo [51-85%]. Menomazioni che limitano sino ad annullarle le estrinsecazioni della validità biologica sensoriale intaccando gravemente quelle organiche e di apparato. Tali menomazioni rappresentano sempre un problema nella funzione e nella struttura del corpo, con deviazioni e perdite significative non compensabili, performance e capacità della persona sono costantemente e sistematicamente ostacolate, la menomazione, di norma, consente soltanto lo

	svolgimento di attività lavorative diverse o grandemente modificate rispetto a quelle svolte in precedenza ed anche a quelle della categoria di appartenenza. Sono necessari: costanti interventi di supporto e ricorso a servizi di sostegno. 6. *"Macro menomazioni permanenti che giungono ad annullare il bene salute"*: p nell'intervallo [86-100%], menomazioni in grado di annullare l'integrità funzionale e strutturale della persona ed il suo funzionamento sociale, con sostanziale totale restrizione dell'attività e della partecipazione. Di norma la menomazione impedisce qualunque attività lavorativa specifica e categoriale, o consente il reimpiego solo in attività che necessitano di intervento assistenziale permanente, continuativo e globale. La partizione in classi è "orlata" dai casi "in assenza di menomazioni" e dai casi "esito mortale". Riferimenti tecnici: (Rossi, 2013)."
Giorni Indennizzati	"È il numero di giorni di astensione dal lavoro (giorni di inabilità) a seguito dell'infortunio al netto dei tre giorni di franchigia."
Identificativo Datore Lavoro	"È un codice interno che può essere utilizzato per analisi longitudinali."
Posizione Assicurativa Territoriale	"La posizione assicurativa territoriale (PAT) è il codice che individua ciascuna sede di lavoro dell'azienda, per sede di lavoro si intende uno stabilimento o struttura in cui si svolge la produzione dei beni o dei servizi oggetto dell'attività aziendale. Nel caso di aziende che svolgano attività in più luoghi, per sede di lavoro va intesa ogni singola "unità produttiva", cioè "ogni stabilimento e ogni struttura facente capo alla medesima azienda e dotata di autonomia finanziaria e tecnico funzionale". Riferimenti normativi: d.lgs. 626/1994, articolo 2, comma 1, lettera i."
Settore Attività Economica	"È classificato col codice ATECO "a 1 lettera e 2 cifre". Il Codice ATECO è un codice alfanumerico di 7 caratteri (il primo alfabetico e i successivi sei numerici) definito per classificare le attività economiche. Distingue diversi gradi di dettaglio: la lettera (primo carattere) indica il macrosettore di attività economica, i

	numeri (che vanno da due a sei cifre) rappresentano le articolazioni e le disaggregazioni dei settori. Le varie attività economiche sono raggruppate, dal generale al particolare, in sezioni (codifica: 1 lettera), divisioni (2 cifre), gruppi (3 cifre), classi (4 cifre), categorie (5 cifre) e sottocategorie (6 cifre). Riferimenti tecnici: [Istat-009]."
Gestione	"Caratterizza le modalità di esercizio dell'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro. Si hanno 5 gestioni: "industria e servizi", "agricoltura", "per conto dello Stato", "medici radiologi", "infortuni in ambito domestico". Il flusso informativo prende in considerazione solo le gestioni "*industria e servizi*", "*agricoltura*", "*per conto dello Stato*". • *Agricoltura:* è una gestione in cui è organizzata l'attività assicurativa dell'Inail. La tutela assicurativa nella gestione agricoltura è disciplinata dal titolo II del D.P.R. 1124/1965. Ai fini del controllo economico della gestione è rilevante segnalare che la contribuzione non è fissata in relazione al rischio da assicurare: i datori di lavoro e i concedenti di terreni a compartecipazione e a piccola colonia sono tenuti al pagamento di specifici contributi fissati per legge. • *Industria e servizi:* è una delle gestioni in cui è organizzata l'attività assicurativa dell'Inail. Col d.lgs. 38/2000 la gestione "industria", come caratterizzata nel titolo I del D.P.R. 1124/1965, è stata ridenominata "industria e servizi", e suddivisa, a fini tariffari, in 4 gestioni tariffarie: *industria*, *artigianato*, *terziario*, *altre attività*; alla gestione industria e servizi continuano a essere riferiti i criteri di tutela assicurativa che erano della gestione industria come definiti nel D.P.R. 1124/1965. Ai fini del controllo economico della gestione è rilevante segnalare che l'importo del premio (che deve essere corrisposto dai datori di lavoro) è definito dalla voce di tariffa e collegato alla rischiosità della lavorazione. • *Per conto dello Stato:* qualifica una particolare gestione dell'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro e sulle malattie professionali, che riguarda: i dipendenti delle Amministrazioni

	statali; gli alunni delle scuole e istituti di istruzione di qualsiasi ordine e grado, che attendano a esperienze tecnico scientifiche o a esercitazioni pratiche o che svolgano esercitazioni di lavoro (art. 4, comma 5 del D.P.R. 1124/65). Questa gestione si caratterizza per due aspetti principali: 1 - il datore di lavoro (lo Stato) non corrisponde alcun premio all'Inail, ma rimborsa all'Istituto l'importo delle prestazioni erogate al personale di appartenenza - infortunato - oltre alle spese sostenute per accertamenti medico-legali e le spese generali di amministrazione; 2 - le prestazioni economiche a cui hanno diritto i lavoratori assicurati non comprendono l'indennizzo in temporanea. Riferimenti normativi: DPR 1124/1965, titolo I, titolo II, art. 127, L 93/1958, DPR 1055/1960, L 493/1999, DM 15.09.2000, DM 31.01.2006, d.lgs. 38/2000, art. 1"
Gestione Tariffaria	"È un raggruppamento di voci di tariffa. La gestione industria e servizi è composta da quattro gestioni tariffarie, distinte per ambito di attività: 1. Industria: la *tariffa* è applicata alle "attività: manifatturiere, estrattive, impiantistiche; di produzione e distribuzione dell'energia gas ed acqua; dell'edilizia; dei trasporti e comunicazioni; della pesca, dello spettacolo; per le relative attività ausiliarie" 2. Artigianato: la *tariffa* è applicata "per le attività di cui alla legge 8 agosto 1985, n. 443, e s.m.i." 3. Terziario: la *tariffa* riguarda "le attività commerciali, ivi comprese quelle turistiche; di produzione, intermediazione e prestazione dei servizi anche finanziari; le attività professionali ed artistiche e le relative attività ausiliarie" 4. Altre attività: la *tariffa* è applicata per le attività non comprese nelle gestioni tariffarie industria, artigianato e terziario, fra le quali rientrano "quelle svolte dagli enti pubblici, compresi lo Stato e gli enti locali, e quelle di cui all'articolo 49, comma 1, lettera e, della legge 9 marzo 1989, n. 88" Riferimenti normativi: d.lgs. 38/2000, L 443/1985, L88/1989 art 49."

Grande Gruppo Tariffario	"È la classe di aggregazione di livello più alto delle voci delle quattro tariffe della gestione *industria e servizi* (industria, artigianato, terziario, altre attività). Sono definite dieci classi di aggregazione, che aggregano le lavorazioni (voce) di ciascuna tariffa per comparti produttivi omogenei: 1 - lavorazioni agricole e alimenti; 2 - chimica, carta e cuoi; 3 - costruzioni e impianti; 4 - energia e comunicazioni; 5 - legno e affini; 6 - metalli e macchinari; 7 - mineraria rocce e vetro; 8 - tessile e confezioni; 9 - trasporti e magazzini; 0 - attività varie. Va segnalato che il *Grande Gruppo Tariffario* può contenere voci diverse per tariffe diverse. Riferimento tecnico: [Inail-010b, 11]."

Tabella 4 – Struttura del dataset e descrizione delle variabili

2.2. Pulizia ed ottimizzazione del dataset

Data la mole di informazioni del dataset è stato necessario effettuare delle operazioni di pulizia ed ottimizzazione di alcune variabili. Queste operazioni riguardano l'eliminazione di variabili non utili a questo lavoro oppure l'eliminazione di dati incompleti e/o inconsistenti, nello specifico:

A. Localizzazione temporale dell'infortunio → L'unico riferimento temporale mantenuto è la "*data di accadimento"*. Volendo analizzare l'incidenza degli infortuni anche con altre macro-variabili si è scelto di utilizzare questa variabile dell'infortunio. Sono state eliminate quindi le variabili: "*data di rilevazione", "data protocollo", "data definizione" e "data morte".* Quest'ultima è stata comunque utilizzata per controllare la coerenza e la consistenza delle informazioni sugli infortuni mortali presenti.
B. Localizzazione geografica dell'infortunio → Essendo l'unica variabile a fornire una localizzazione dell'infortunio naturalmente è stata mantenuta. Al fine di ottimizzare la lettura dei dati analizzati è stato sostituito il codice ISTAT della provincia con il nome corrispondente:
    - 1 → Torino;
    - 2 → Vercelli;
    - 3 → Novara;
    - 4 → Cuneo;
    - 5 → Asti;
    - 6 → Alessandria;
    - 96 → Biella;
    - 103 → Verbano-Cusio-Ossola.
C. Caratteristiche dell'infortunato → Di questo macro-tipo è stata eliminata la variabile "*identificativo dell'infortunato"* in quanto è un codice interno e privo di informazione rilevante. "*Genere", "età"* e *"luogo di nascita"* sono state utilizzate. Anche per l'informazione *"luogo di nascita"* è stato assegnato il codice *ISO 3166 alpha3* al codice *Belfiore* al fine di rendere i dati più parlanti:
    - Z100 → ALB (Albania)
    - Z101 → AND (Andorra)

- …

Dato l'elevato numero di Paesi esteri presenti è stata aggiunta una variabile correlata al luogo di nascita per raggrupparli in macroaree geografiche. Questa variabile si chiama *"area geografica"* e presenta i seguenti valori, presi dalle tabelle di transcodifica dell'Istat:

- Africa centro-meridionale;
- Africa occidentale;
- Africa orientale;
- Africa settentrionale;
- altri paesi europei;
- America centro-meridionale;
- America settentrionale;
- Asia centro-meridionale;
- Asia occidentale;
- Asia orientale;
- Europa centro orientale;
- Oceania;
- Unione Europea.

D. Modalità dell'infortunio → In questo lavoro di tesi si è scelto di focalizzarsi sull'evento di infortunio in generale. Le distinzioni tra infortunio "in occasione di lavoro" ed "in itinere" sono state descritte nel prossimo capitolo per fornire una descrizione panoramica ed esaustiva degli eventi in Piemonte. Per i modelli statistici successivi non è stata fatta alcuna distinzione sulla modalità di infortunio, in quanto l'interesse verteva sull'impatto che l'infortunio sul lavoro può avere per determinate classi/categorie di lavoratori.

E. Caratteristiche amministrative dell'infortunio → *"Identificativo caso"* è stato eliminato in quanto non forniva informazioni rilevanti. La variabile *"definizione amministrativa"* non è stata modificata per quanto riguarda il capitolo descrittivo degli eventi; al contrario per lo studio del modello sono stati eliminati gli eventi con definizione amministrativa *"negativa"* (circa il 19% dei dati), gli eventi *"in istruttoria"* che risultano essere solo lo 0,16%, e

gli eventi in *"franchigia"*. Per il modello, quindi, sono stati utilizzati solo gli eventi con definizione amministrativa *"positiva"* poiché sono quelli che presentano dati più dettagliati. All'interno del database, per la voce *"Definizione amministrativa esito mortale"* sono stati eliminati gli eventi con esito negativo (0,08% del totale); è bene sottolineare che questa casistica, se confrontata con il totale degli infortuni mortali ha un peso molto rilevante (41,44%). Sono stati considerati "negativi" quindi, con tutte le conseguenze che questa definizione comporta, circa il 40% degli infortuni mortali avvenuti in Piemonte tra il 2014-2018. Le motivazioni sono presenti nella variabile *"decisione istruttoria esito mortale"* che non è stata utilizzata nel modello, così come la voce *"indennizzo"*.

F. Caratteristiche medico-legali dell'infortunato → È stata utilizzata solamente la variabile *"Giorni indennizzati"* come proxy ed indicatore della gravità dell'infortunio. La variabile "*Grado di menomazione"* non è stata utilizzata in quanto presentava dei valori anomali all'interno del dataset.
G. Caratteristiche del datore di lavoro → Delle caratteristiche riguardanti questo tipo sono state eliminate le variabili *"identificativo datore di lavoro"* e *"posizione assicurativa territoriale"*. Sono state mantenute invece, per l'utilizzo di analisi settoriale le voci per individuare i settori delle attività come *"settore attività economica", "gestione", "gestione tariffaria"* e *"grande gruppo tariffario"*.

3. Gli infortuni in Piemonte nel periodo 2014-2018

3.1. Descrizione degli infortuni per data di accadimento

Denunce di infortunio

Gli infortuni denunciati[6] nel periodo di riferimento 2014-2018 sono stati 242.777, e la loro tendenza è visibile nella **Figura 1**. Nello specifico per il primo anno analizzato, il 2014, si è registrato un picco nel numero di denunce con un valore di 50.514; fortunatamente questo numero è diminuito sia nel 2015 (-4.13%) con 48.428 registrazioni, che nel 2016 (-1,40%) con 47.752. Per quanto riguarda gli ultimi due anni osservati le denunce hanno subito solo delle piccole variazioni, un incremento dello 0,91% nel 2017 ed una flessione dello 0,59% nel 2018, con registrazioni rispettivamente di 48.184 e 47.889 denunce.

.

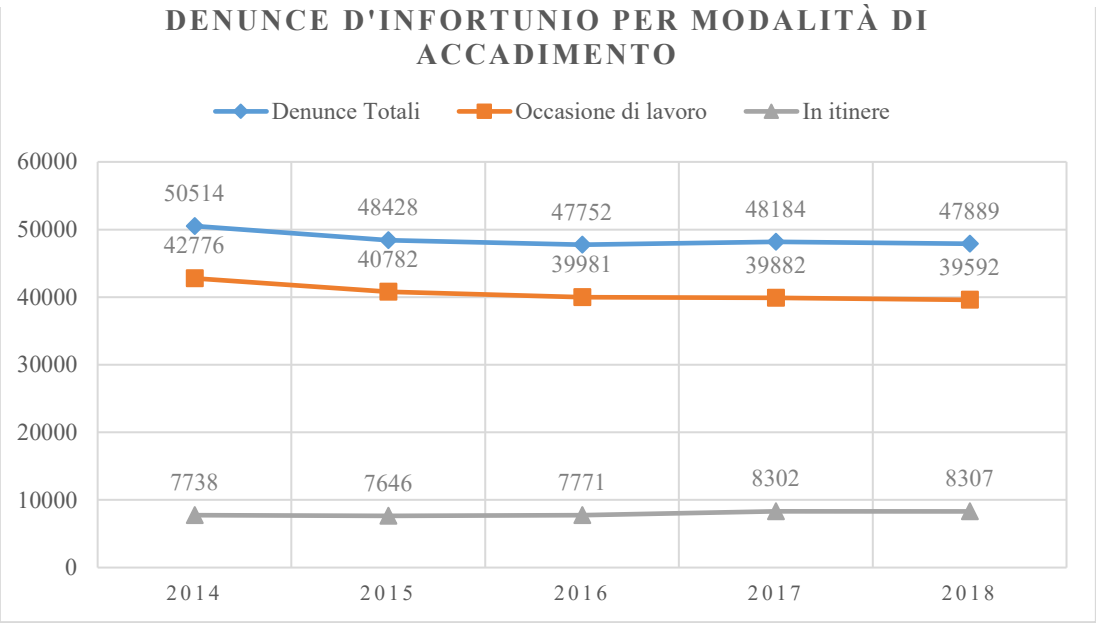


Figura 1 - Denunce d'infortunio per modalità di accadimento. Piemonte, anni 2014-2018.

[6]Come specificato nel capitolo precedente è importante tenere a mente la differenza tra la denuncia di un infortunio ed un infortunio riconosciuto dall'Istituto di assicurazione.

Per quanto riguarda le modalità di accadimento dei sinistri è ben visibile una flessione delle denunce di infortunio occorse per gli eventi occorsi in occasione di lavoro: dal 2014 al 2018 sono passate da 42776 osservazioni a 39592, equivalente ad una diminuzione del 7,44%. Trend quasi inverso invece per le denunce di infortunio per gli eventi accaduti in itinere: a parte una trascurabile flessione avvenuta tra il 2014 ed il 2015, che ha portato le denunce da 7738 a 7646, nel quadriennio 2015-2018 si è osservato un aumento del 8,07%, con il massimo valore registrato di 8307 denunce nel 2018.

Confronto denunce con dati occupazionali Istat

È molto interessante incrociare i dati inerenti alle denunce di infortunio con i dati occupazionali Istat. Si evince chiaramente dal grafico in **Figura 2** che, nonostante il numero degli occupati sia cresciuto nell'ultimo quinquennio, le denunce di infortunio non abbiano seguito lo stesso trend.

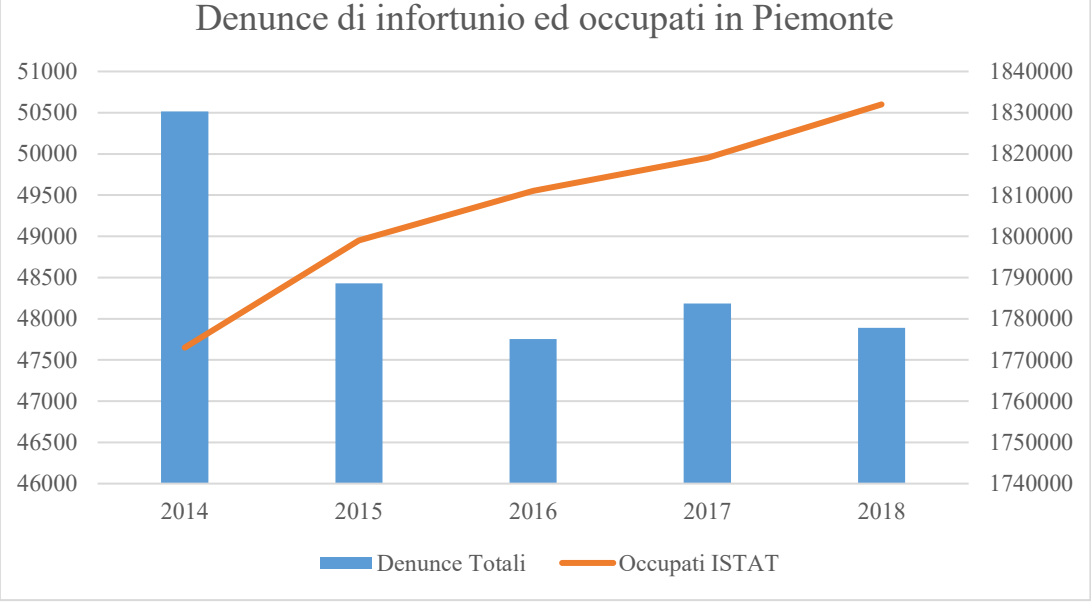


Figura 2 - Denunce di infortunio e numero di occupati. Piemonte, anni 2014-2018. Dati Istat

Andamento confermato anche dall'analisi del tasso di denunce, dati in **Tabella 6**:

$$\frac{Denunce\ per\ anno}{Occupati\ per\ anno}$$

Anno	Denunce	Occupati (valori medi)	Denunce (per mille occupati)
2014	50514	1773000	28,49
2015	48428	1799000	26,92
2016	47752	1811000	26,37
2017	48184	1819000	26,48
2018	47889	1832000	26,14

Tabella 5 - Tasso di denunce per mille occupati. Piemonte, anni 2014-2018

Dal calcolo di questo tasso si può desumere che mediamente, ogni mille occupati, 27 denunciano un evento di tipo infortunistico sul lavoro.

Infortuni accertati come positivi

Gli infortuni accertati come "positivi" nel periodo di riferimento 2014-2018 seguono un trend quasi identico a quello delle denunce di infortunio, come mostrato in **Figura 3.**

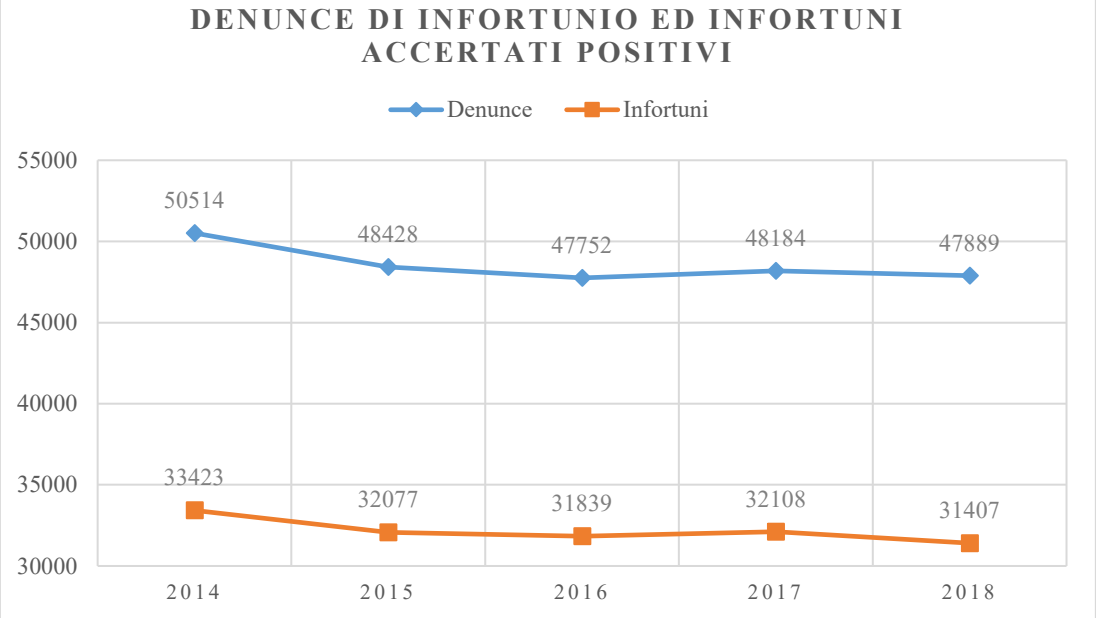


Figura 3 - Denunce di infortunio ed infortuni accertati come positivi. Piemonte, anni 2014-2018

Sebbene, tuttavia, la tendenza generale sia rimasta invariata, non si può dire la stessa cosa per quanto attiene alle modalità di accadimento. Nello specifico la modalità *"in itinere"* nel *2018* presenta, al contrario dell'incremento registrato nel numero di denunce, una contrazione. La modalità *"occasione di lavoro"* segue, invece, l'andamento decrescente degli infortuni totali (***Figura 4***). È comunque molto

importante osservare che il 2018 è stato l'anno con il minor numero di infortuni accertati negli anni analizzati.

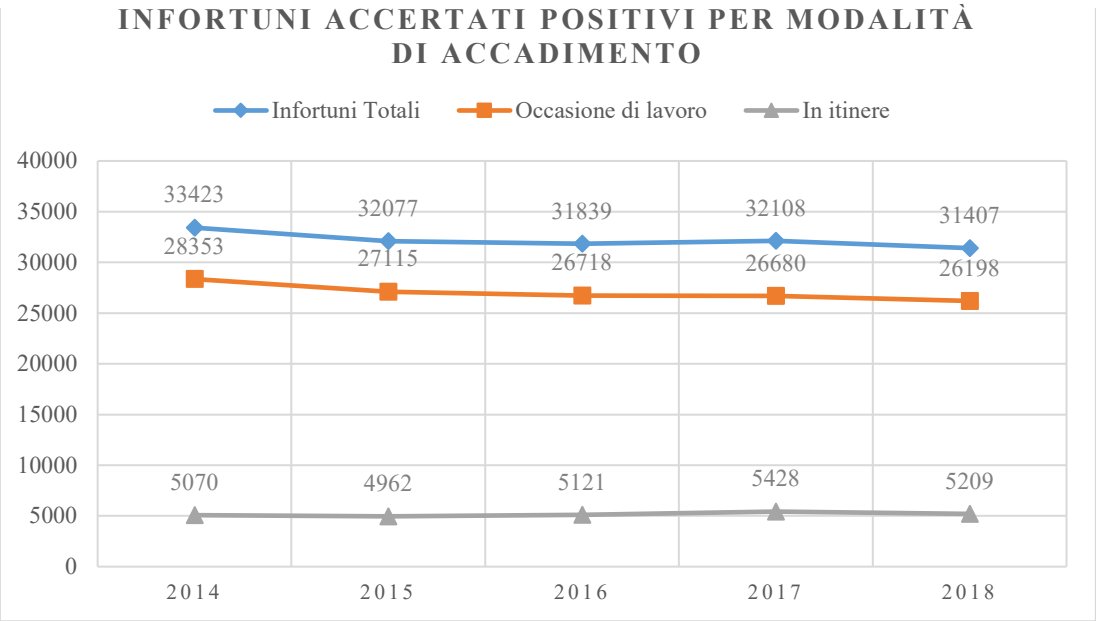


Figura 4 - Infortuni accertati positivi per modalità di accadimento. Piemonte, anni 2014-2018

Prima di procedere con le analisi è importante fare una considerazione sugli infortuni definiti in *franchigia*[7]. Per questi eventi, di lieve entità e non indennizzati dall'Inail, l'obbligatorietà della comunicazione al SINP[8] è stata introdotta solo nell'ottobre del 2017. Difatti, osservando l'andamento di questa tipologia di evento nel quinquennio analizzato, si nota un incremento del 12% nel 2018 rispetto alla media dei precedenti quattro anni. (**Figura 5**).

[7] Si ricorda che l'infortunio è definito "in franchigia" se, al suo verificarsi, l'assenza dal lavoro dura da un minimo di un giorno ad un massimo di tre.

[8] Sistema Informativo Nazionale per la Prevenzione

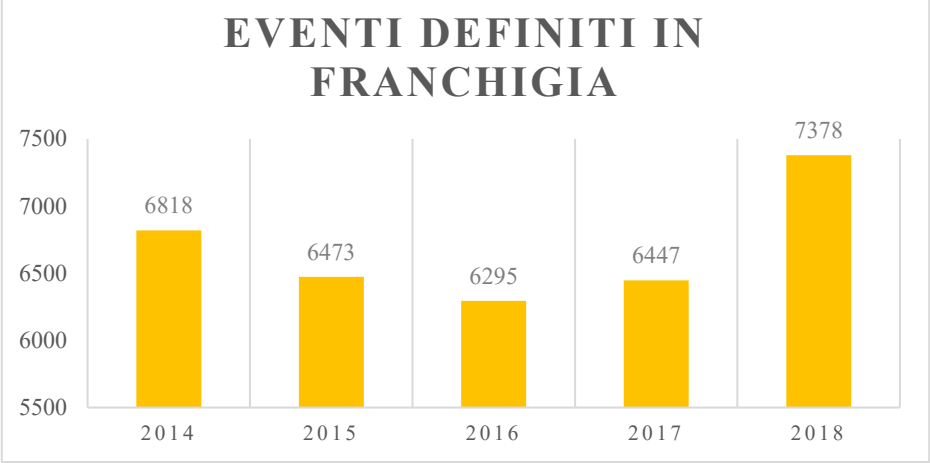


Figura 5 - Eventi definiti in franchigia. Piemonte, anni 2014-2018

A causa della variazione nella normativa di questi eventi per il 2018, unitamente alle scarse informazioni che questi conferiscono, si è scelto, per le analisi seguenti, di prendere in considerazione solamente gli infortuni accertati come positivi, (definiti d'ora in poi come infortuni).

Confronto infortuni con dati occupazionali Istat

Confrontando gli infortuni riconosciuti e gli occupati Istat si può notare che gli andamenti risultano essere analoghi a quelle delle denunce, **Figura 6**.

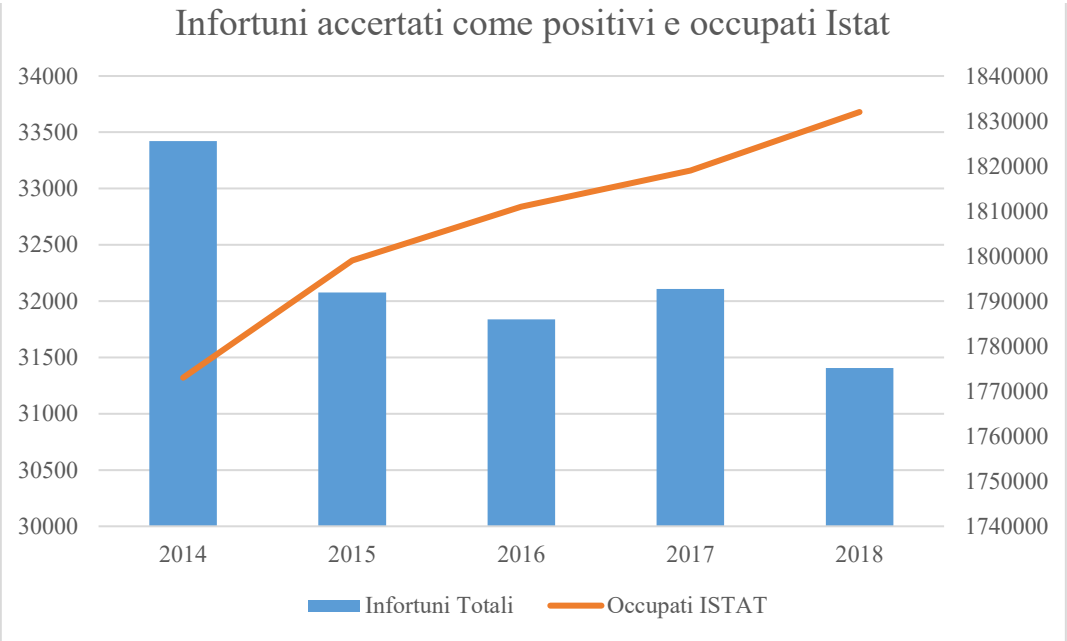


Figura 6 - Infortuni accertati come positivi e numero di occupati. Piemonte, anni 2014-2018. Dati Istat

Naturalmente il confronto di questa definizione di infortunio con i dati occupazionali Istat fornisce un tasso annuale di infortunio sostanzialmente più basso, dati in **Tabella 6.**

$$\frac{Infortuni\ per\ anno}{Occupati\ per\ anno}$$

Anno	*Infortuni*	*Occupati (valori medi)*	*Infortuni (per mille occupati)*
2014	33423	1773000	18,85
2015	32077	1799000	17,83
2016	31839	1811000	17,58
2017	32108	1819000	17,65
2018	31407	1832000	17,14

Tabella 6 - Tasso di infortunio per mille occupati. Piemonte, anni 2014-2018

È importante, tuttavia, al fine di non incorrere in distorsioni, ricordare che determinate classi di infortunio possono non essere riconosciute dall'Inail e quindi definite in modo "negativo", oltre che per errori di forma nella presentazione della denuncia, anche per determinate categorie di occupazione in base al settore. Nel capitolo successivo, che verterà sull'analisi per gestione e settore, saranno confrontati i dati occupazionali della gestione *Industria* forniti dall'Inail e non dall'Istat, così da avere una maggiore accuratezza dei dati.

L'utilizzo dei dati occupazionali dell'Istat, infatti, sebbene riesca a fornire una buona lettura dei trend generali, rischia di "diluire" la frequenza degli eventi.

Stagionalità infortuni

Proseguendo l'analisi temporale si è provveduto a suddividere gli eventi per trimestre (dati in **Tabella 7**) affinché si possa cercare di osservare una certa "stagionalità" degli infortuni.

Infortuni verificatisi per trimestre				
Trimestre/Anno	*I*	*II*	*III*	*IV*
2014	*9332*	*8534*	*6778*	*8779*
2015	*8674*	*8221*	*6769*	*8413*
2016	*8233*	*8534*	*6824*	*8248*
2017	*8845*	*8175*	*6452*	*8636*
2018	*8337*	*8180*	*6490*	*8400*

Tabella 7 - Numero di infortuni suddiviso per trimestre. Piemonte, anni 2014-2018

Analizzando il numero assoluto di infortuni si osserva chiaramente un decremento di durante il terzo trimestre, ovvero nei mesi di luglio, agosto e settembre. Proseguendo l'analisi si riscontra che la maggior parte degli eventi si presentano nei trimestri I e IV, che fanno riferimento a periodi invernali/autunnali, ad eccezione del secondo trimestre del 2016, che presenta un comportamento diverso con un numero di infortuni maggiore rispetto agli altri trimestri (**Figura 7**) .

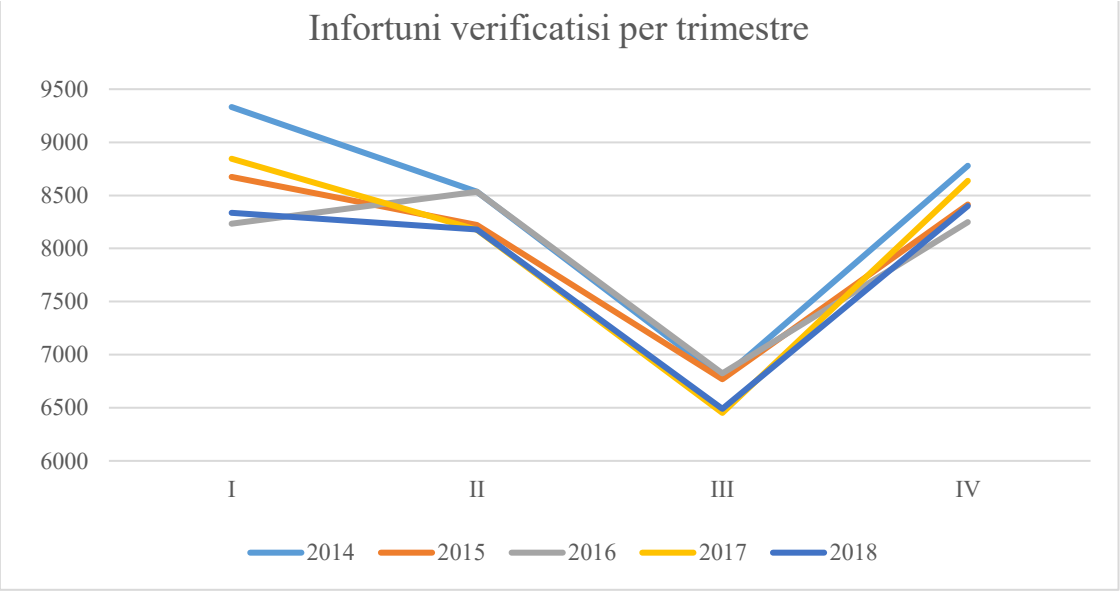


Figura 7 - Andamento degli infortuni per trimestre. Piemonte, anni 2014-2018

Analizzando questi eventi tramite il tasso di infortunio, ottenuto con gli occupati Istat, si conferma questo tipo di andamento. In **Tabella 8** sono presenti gli occupati Istat per trimestre ed il tasso di accadimento ricavato con gli infortuni

Occupati Istat per trimestre in Piemonte				
Trimestre/Anno	I	II	III	IV
2014	1.756.000	1.760.000	1.789.000	1.787.000
2015	1.775.000	1.793.000	1.806.000	1.821.000
2016	1.781.000	1.813.000	1.826.000	1.822.000
2017	1.776.000	1.805.000	1.838.000	1.858.000
2018	1.819.000	1.817.000	1.842.000	1.848.000

Tassi di infortunio trimestrali per mille occupati in Piemonte				
Trimestre/Anno	I	II	III	IV
2014	5,31%	4,85%	3,79%	4,91%
2015	4,89%	4,59%	3,75%	4,62%
2016	4,62%	4,71%	3,74%	4,53%
2017	4,98%	4,53%	3,51%	4,65%
2018	4,58%	4,50%	3,52%	4,55%

Tabella 8 - Numero di occupati per trimestre e tassi di infortunio trimestrali. Piemonte, anni 2014-2018. Dati Istat

Esaminando gli eventi per singolo mese si può notare come il calo presente nel terzo trimestre sia dovuto al mese di agosto. Infatti, come era presumibile, in questo mese gli infortuni diminuiscono notevolmente (-42%) rispetto alla media annuale mensile, **Figura 8**. Questo evento è dovuto al fatto che nel mese di agosto si verifica, per molte aziende, la chiusura estiva aziendale e quindi numericamente sono presenti meno lavoratori "attivi".

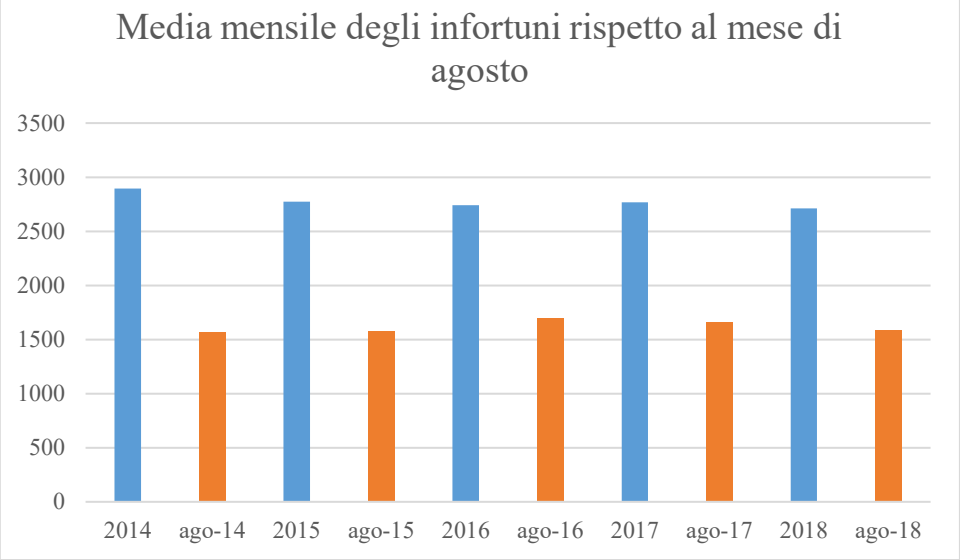


Figura 8 - Confronto tra numero di infortuni medio annuale ed infortuni accaduti nel mese di agosto. Piemonte, anni 2014-2018

Gravità degli infortuni

Per l'analisi degli infortuni per gravità si è deciso di classificare la gravità degli infortuni in quattro categorie[9], definite in base al numero di giorni indennizzati:

1. First Aid. Si è definito un evento di tipo First Aid, o primo soccorso, un infortunio riconosciuto positivamente dall'Istituto ma a cui non sono stati assegnati giorni di indennizzo, in quanto seppur l'infortunio si sia verificato è considerabile di lieve entità. (Giorni Indennizzati = 0).
2. Minor Accident. Si è definito un evento di tipo Minor Accident se i giorni indennizzati sono da 1 a 30.
3. Severe Accident. Si è definito un evento di tipo Severe Accident se i giorni indennizzati sono maggiori di 30.
4. Fatal Accident. Si è definito un evento di tipo Fatal Accident in caso in cui l'infortunio abbia comportato la morte dell'operatore.

Nel periodo 2014-2018 in Piemonte si sono verificati 32.260 eventi di tipo First Aid, 90.099 eventi di tipo Minor Accident e 38.495 eventi di tipo Severe Accident; gli infortuni mortali sono stati invece 277.
Dall'analisi di queste categorie si evince che il 20,02% degli infortuni è di tipo First Aid, il 55,92% di tipo Minor Accident, il 23,89% di tipo Severe Accident e lo 0,17% di tipo Fatal, (**Figura 9**).

[9] Queste quattro categorie fanno parte dello standard WCM, World Class Manufacturing.

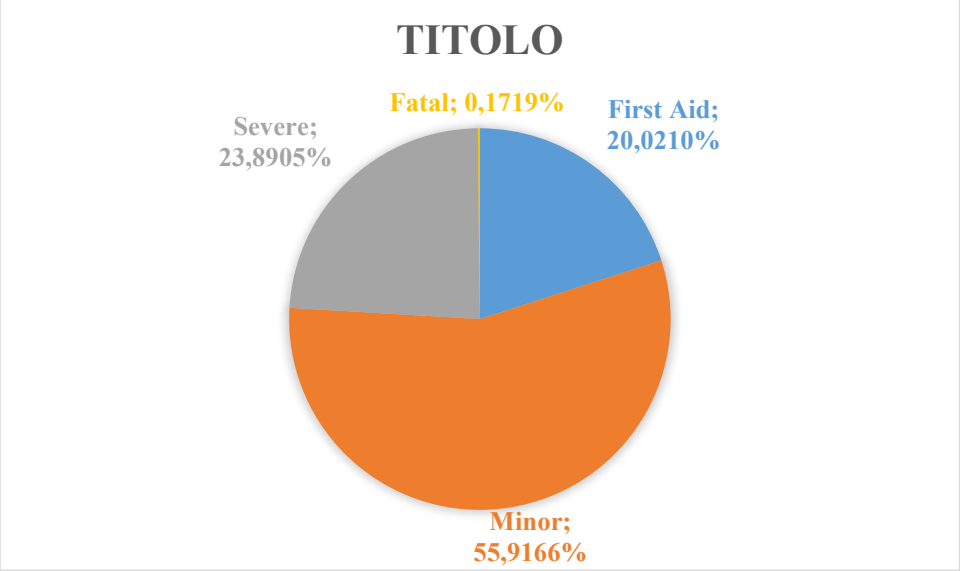


Figura 9 - Percentuale degli infortuni suddivisi per gravità. Piemonte, anni 2014-2018

In **Figura 10** sono state indicate le prime 3 categorie per anno ed osservando il grafico, l'andamento di questi eventi è abbastanza costante in tutto il quinquennio. L'unico trend osservabile è una leggera diminuzione totale degli eventi, specialmente nell'ultimo anno analizzato.

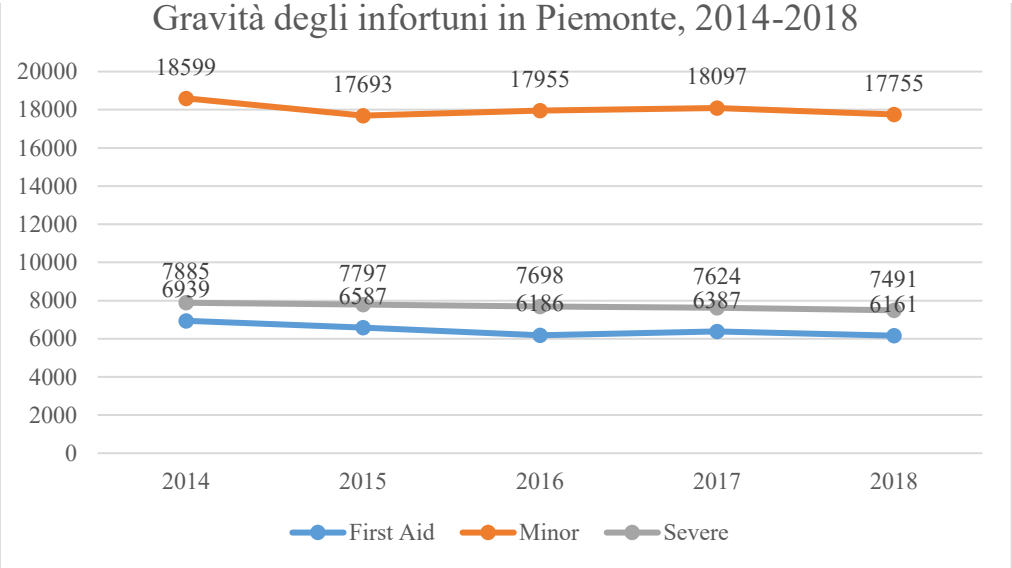
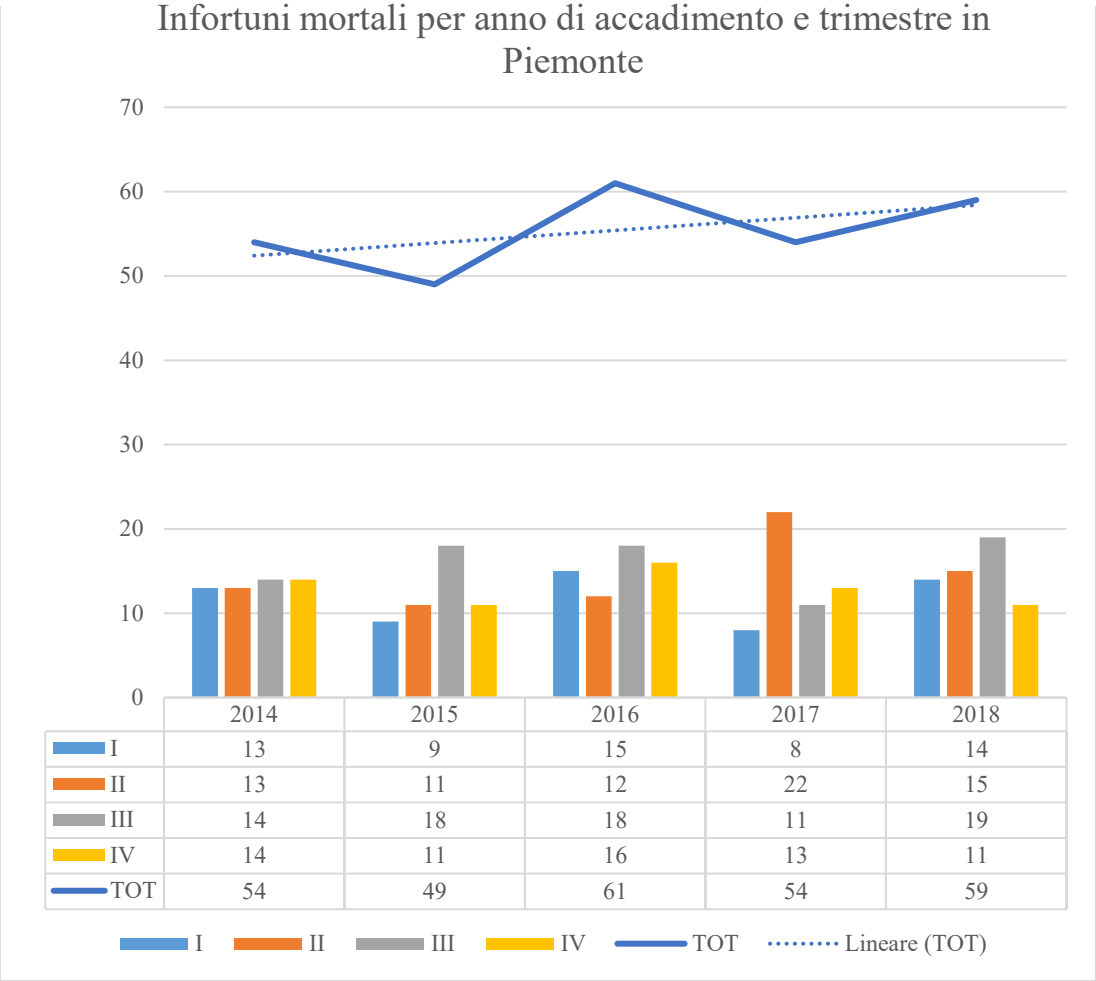


Figura 10 - Andamento degli infortuni suddivisi per classe di gravità. Piemonte, anni 2014-2018

Lo stesso non si può dire per gli eventi di tipo Fatal Accident, infatti il loro andamento, mostrato in **Figura 11**, nonostante sia altalenante mostra in ogni caso un trend di crescita seppur lieve.



	2014	2015	2016	2017	2018
I	13	9	15	8	14
II	13	11	12	22	15
III	14	18	18	11	19
IV	14	11	16	13	11
TOT	54	49	61	54	59

Figura 11 - Andamento degli infortuni mortali e suddivisione trimestrale degli stessi. Piemonte, anni 2014-2018

Proseguendo con l'analisi è curioso osservare gli eventi del terzo trimestre. Analizzando il grafico in **Figura 12**, si può osservare facilmente che, nonostante la presenza di infortuni nel terzo trimestre sia minore rispetto agli altri, l'incidenza di infortuni mortali sia la più alta in assoluto, circa lo 0,2401% rispetto ad una media dello 0,1719%.

Discorso simile ma inverso lo riscontriamo anche per gli infortuni del primo trimestre dove a fronte di un numero di infortuni totali maggiore corrisponde una minore entità numerica degli infortuni "Fatal" , con una frequenza dello 0,1359% rispetto alla media sempre dello 0,1719%.

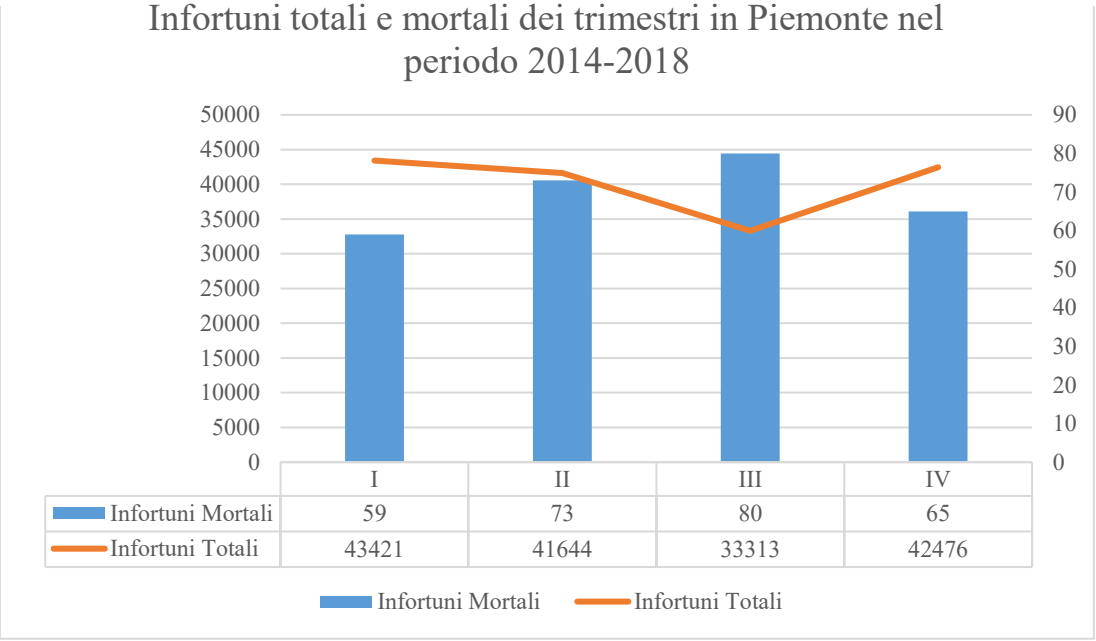


Figura 12 - Confronto tra il numero di infortuni ed il numero di infortuni mortali suddivisi per trimestre. Piemonte, anni 2014-2018

3.2. Descrizione degli infortuni per territorio

L'analisi degli infortuni per provincia in **Figura 13** mostra chiaramente che la provincia in cui si sono verificati più infortuni sul lavoro nel periodo dal 2014 al 2018 è quella di Torino con 79.826 eventi, circa il 50% del totale. Segue la provincia di Cuneo con 27.509 infortuni pari a circa il 17% del totale, la provincia di Alessandria con l'11% del totale, la provincia di Novara con il 7,5% del totale, la provincia di Asti con il 5%, Vercelli con il 4% e chiudono la classifica le provincie di Verbano-Cusio-Ossola e Biella rispettivamente con il 3 ed il 2,5 %.

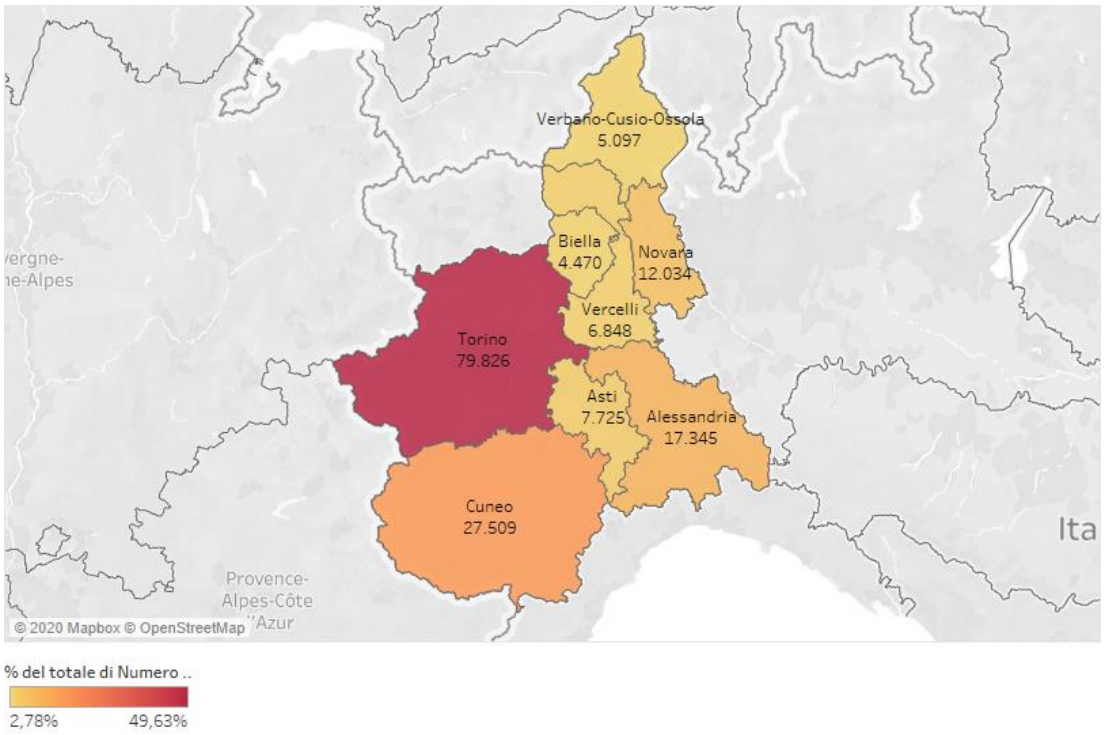


Figura 13 – Numero di infortuni per provincia di accadimento. Piemonte, anni 2014-2018

In **Figura 14** sono mostrati il numero di infortuni suddivisi per anno e provincia, le percentuali indicano la differenza percentuale rispetto all'anno precedente.

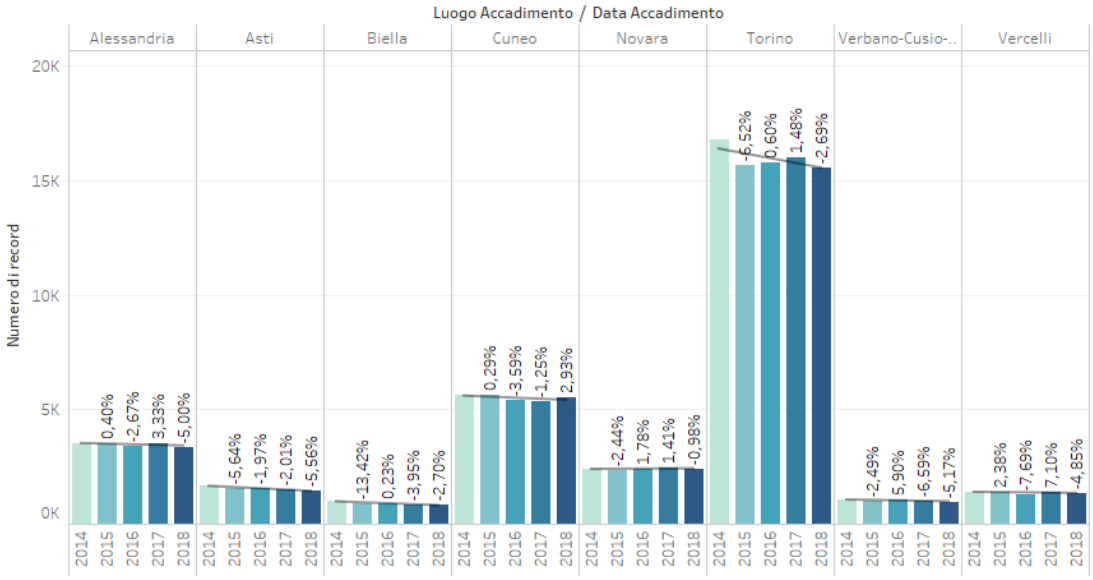


Figura 14 – Numero di infortuni suddivisi per provincia e per anno. Piemonte, anni 2014-2018

Questa visualizzazione permette di osservare come gli infortuni siano indicativamente in diminuzione in tutte le province, ma le uniche due a seguire questa tendenza in modo molto omogeneo sono le province di Asti e Biella, le quali registrano una diminuzione rispettivamente del 14,39% e 18,90%. In **Tabella 9**, dove sono calcolate le differenze percentuali rispetto al primo anno preso in considerazione, appare chiaramente come in queste due aree il numero di eventi sia diminuito sostanzialmente anche per tutti e cinque gli anni analizzati.

	Data Accadimento									
	% Differenza in Numero di record dal Primo Anno di Data Accadimento					Numero di record				
Luogo Accadimento	2014	2015	2016	2017	2018	2014	2015	2016	2017	2018
Alessandria	0,00%	0,40%	-2,28%	0,97%	-4,08%	3.504	3.518	3.424	3.538	3.361
Asti	0,00%	-5,64%	-7,49%	-9,35%	-14,39%	1.668	1.574	1.543	1.512	1.428
Biella	0,00%	-13,42%	-13,22%	-16,65%	-18,90%	1.021	884	886	851	828
Cuneo	0,00%	0,29%	-3,32%	-4,53%	-1,73%	5.606	5.622	5.420	5.352	5.509
Novara	0,00%	-2,44%	-0,70%	0,70%	-0,29%	2.420	2.361	2.403	2.437	2.413
Torino	0,00%	-6,52%	-5,95%	-4,57%	-7,13%	16.776	15.683	15.777	16.010	15.580
Verbano-Cusio-Ossola	0,00%	-2,49%	3,26%	-3,55%	-8,53%	1.043	1.017	1.077	1.006	954
Vercelli	0,00%	2,38%	-5,49%	1,23%	-3,68%	1.385	1.418	1.309	1.402	1.334

Tabella 9 - Differenze percentuali tra il 2014 e gli anni a seguire suddivisi per province. Piemonte, anni 2014-2018

Focalizzandoci sulla provincia di Torino, che come detto poc'anzi copre quasi la metà di tutti gli eventi in Piemonte, dal 2014 al 2018 ha ridotto gli infortuni del 7,13%. Maglia nera della classifica è la provincia di Novara, il cui numero dei suddetti è rimasto pressoché invariato per tutto il periodo analizzato registrando una diminuzione

di appena lo 0,29%. Segue la provincia di Cuneo con un -1,73% e quella di Vercelli con -3,68%.

Confronto con dati occupazionali Inail

Dalle analisi del paragrafo precedente emerge naturalmente una forte correlazione tra il numero degli eventi ed il numero di lavoratori, per questo motivo per verificare eventuali aumenti o diminuzioni nel numero degli infortuni, si procederà a confrontarli con il numero di occupati. Al fine di ottenere delle frequenze di accadimento ancora più significative saranno presi in considerazione solamente gli infortuni della Gestione Inail *Industria e servizi*. Tutto ciò è reso possibile grazie alla rendicontazione del numero di lavoratori assicurati sul sito dell'Istituto, i quali come specificato nel capitolo iniziale, appartengono solamente alla sopracitata gestione.

Tale scelta permette di avere delle valutazioni il più "reali" possibili.

Il grafico in **Figura 15** mostra il numero di occupati della gestione industria e servizi dal 2014 al 2018. Come si evince dal grafico, la provincia di Torino in questo periodo ha incrementato i suoi occupati dell'11,58%, passando da 717.721 a circa [10] 800.357, dati in **Tabella 10**. Anche le province di Biella, Cuneo e Novara presentano un incremento degli occupati di circa il 5%, stazionario il territorio dell'astigiano ed in leggero calo invece le province di VCO, Vercelli e soprattutto Alessandria.

[10] I dati occupazionali dell'Inail per il 2018 non sono ancora disponibili al momento. I dati presenti coprono dal 2013 al 2017. I dati occupazionali del 2018 sono quindi stati stimati su una previsione lineare degli anni disponibili.

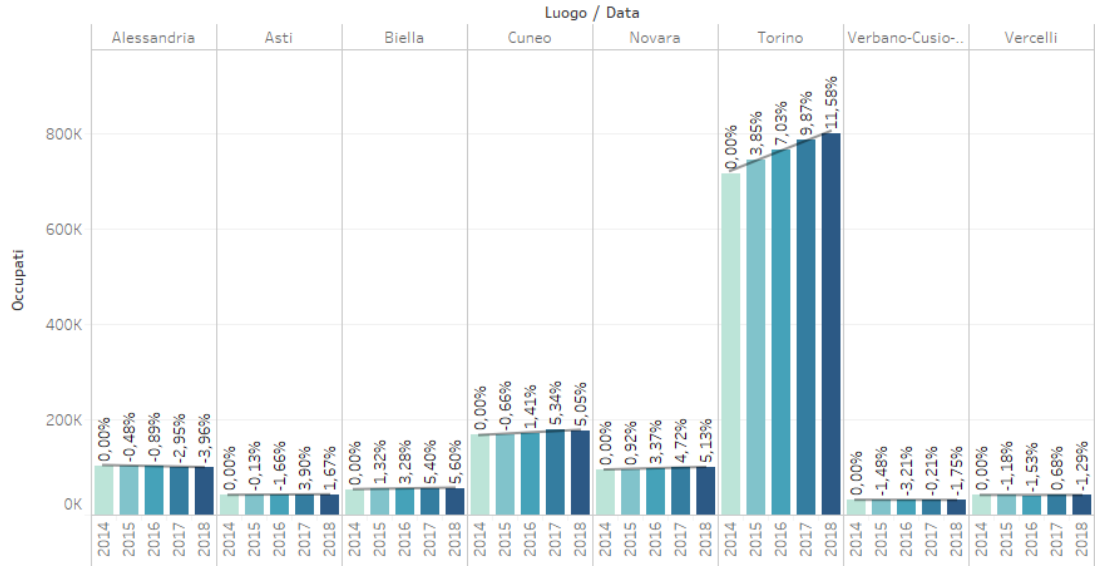


Figura 15 - Variazione percentuale del numero di occupati della gestione "industria e servizi" suddivisi per provincia. Piemonte, anni 2014-2018. Dati Inail

	Data				
Luogo	2014	2015	2016	2017	2018
Alessandria	103.587	103.089	102.665	100.530	99.484
Asti	41.772	41.716	41.079	43.403	42.468
Biella	53.343	54.047	55.090	56.225	56.330
Cuneo	168.830	167.708	171.214	177.850	177.354
Novara	94.703	95.575	97.891	99.172	99.564
Torino	717.271	744.852	767.709	788.034	800.357
Verbano-Cusio-Ossola	31.305	30.841	30.301	31.240	30.757
Vercelli	41.461	40.972	40.826	41.742	40.928

Tabella 10 - Numero assoluto di occupati della gestione "industria e servizi" suddivisi per provincia. Piemonte, anni 2014-2018. Dati Inail

Se rapportiamo i dati degli infortuni della gestione “Industria e Servizi” con quelli degli occupati, appena presentati, riusciamo a stilare una classifica delle province più virtuose.

Il rapporto è stato calcolato secondo la seguente frazione, ogni dato è stato raccolto per anno di accadimento e provincia:

$$\frac{Infortuni\ della\ gestione\ \text{"Industria e Servizi"}}{Occupati\ della\ gestione\ \text{"Industria e Servizi"}}$$

Nel grafico ad aree in **Figura 16** è mostrato il rapporto tra il numero degli infortuni nella gestione industria e servizi con la forza lavoro di questa gestione, dall’analisi dei dati risulta che:

- La provincia più virtuosa è quella di Biella, il suo tasso medio di infortunio, rappresentato da una linea all'interno di ogni riquadro, è solo del 1,1648%. È molto importante apprezzare quanto fatto in questa provincia perché il numero di infortuni sul lavoro è diminuito complessivamente del 18% nonostante una occupazione aumentata del 5,60%.
- Al secondo posto si posiziona la provincia di Torino; è la provincia con il maggior numero assoluto di infortuni ma rapportandoli al numero degli occupati risulta la seconda provincia più sicura del Piemonte in termini infortunistici. È importante ribadire per questa provincia come, nonostante l'aumento di occupazione registrato nel periodo di riferimento, il numero degli infortuni sia continuato a diminuire, relazione che potrebbe segnalare una maggiore attenzione alla formazione ed alla cultura della sicurezza sul lavoro.
- Al terzo posto segue la provincia di Novara con un rapporto infortuni/occupati sostanzialmente stabile durante il periodo di riferimento, a dispetto di un aumento di lavoratori.
- Al quarto posto troviamo la provincia di Cuneo invece ha registrato una flessione nel periodo 2014-2017 salvo poi presentare un incremento nel 2018; ciò è dovuto alla combinazione di una lieve diminuzione degli occupati nell'ultimo anno con l'aumento del numero di infortuni. È bene notare che la provincia di Cuneo è l'unico territorio del Piemonte ad aver registrato un incremento nel tasso di infortuni nell'anno 2018.
- Al quinto posto segue la provincia di Verbano-Cusio-Ossola con un tasso medio di infortuni del 2,3%. L'impennata del tasso del 2016 per la provincia di VCO anche qui è dovuta alla combinazione di una diminuzione del numero di occupati, 30.301 il più basso di tutto il quinquennio, con l'aumento del numero di infortuni pari a 1077, il più alto registrato per la provincia.
- Al sesto posto si trova la provincia di Vercelli con un rapporto medio del 2,6%. I dati degli infortuni e degli occupati per questa provincia mostrano un andamento lineare in tutto il periodo considerato.
- Alle ultime due posizioni troviamo le provincie di Alessandria ed Asti. La provincia di Alessandria, nonostante una diminuzione costante in tutto il periodo degli occupati, non ha ridotto in modo proporzionale anche il numero

degli infortuni. Al contrario il territorio della provincia di Asti, a dispetto del suo tasso medio di infortunio del 2,7%, il più alto tra tutte le province, sembra aver intrapreso delle politiche di prevenzione. Ciò è presumibile perché ad un aumento del numero di occupati è corrisposta una cospicua diminuzione del numero di infortuni, circa il 14% dal 2014.

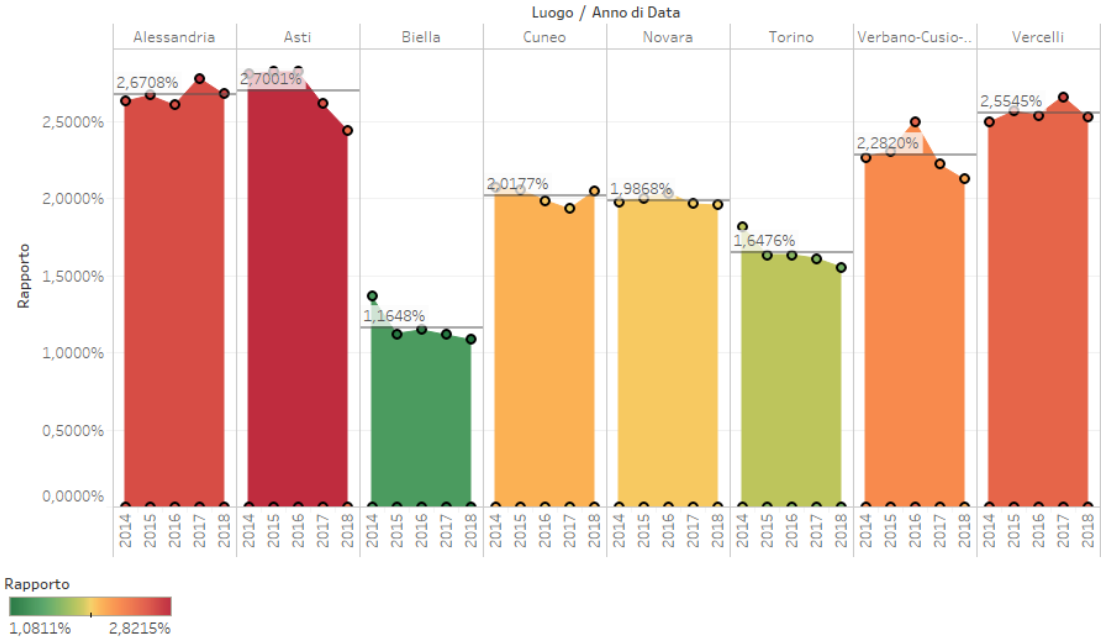


Figura 16 - Andamento annuale del tasso di infortuni per occupati della gestione "industria e servizi". Piemonte, anni 2014-2018

Gravità degli infortuni

In questo paragrafo si analizzerà la gravità degli infortuni per provincia di accadimento. Così come per l'analisi temporale utilizzeremo le quattro classi di gravità dell'infortunio: First Aid, Minor Accident, Severe Accident e Fatal.

Partendo da quest'ultimi si è scelto di mettere in relazione gli infortuni con esito mortale e quelli totali, suddivisi per anno di accadimento e provincia:

$$\frac{Infortuni\ Mortali}{Infortuni\ Totali}$$

La frequenza di questo tipo di infortunio, fortunatamente, è decisamente molto bassa rispetto al numero dei totali. Nel grafico in **Figura 17** non è possibile trovare nessun

andamento apprezzabile, ad eccezione della provincia di Verbano-Cusio-Ossola per la quale, il tasso di infortunio mortale, è in continuo aumento dal 2014 fino al 2018.

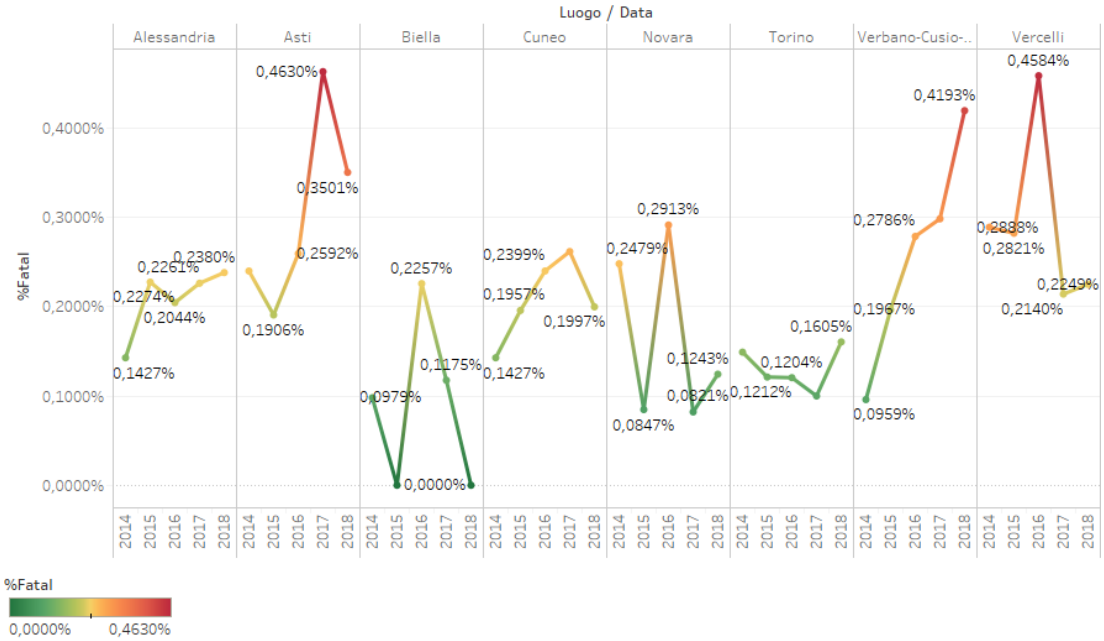


Figura 17 -Andamento annuale del tasso di infortuni mortali per occupati suddiviso per provincia. Piemonte, anni 2014-2018

Nella **Tabella 11** invece, raggruppando i tassi in tre gruppi (dal migliore al peggiore, rappresentati rispettivamente dal colore verde, giallo e rosso), si osserva come la provincia di Torino per gli infortuni mortali abbia i tassi più bassi per tutto il periodo di riferimento. Molto simile la situazione anche per la provincia di Biella ad eccezione dell'anno 2016.

Le province peggiori da questo punto di vista risultano essere le provincie di Vercelli ed Asti: entrambe non presentano tassi rientranti nel primo cluster, quello con i tassi più bassi, e la provincia di Asti, altresì, è l'unica a presentarne due appartenenti al cluster peggiore.

La situazione delle province di Alessandria, Cuneo e Novara risulta invece alquanto stazionaria.

	Luogo							
Anno di Data	Alessan..	Asti	Biella	Cuneo	Novara	Torino	Verban..	Vercelli
2014	0,1427%	0,2398%	0,0979%	0,1427%	0,2479%	0,1490%	0,0959%	0,2888%
2015	0,2274%	0,1906%	0,0000%	0,1957%	0,0847%	0,1212%	0,1967%	0,2821%
2016	0,2044%	0,2592%	0,2257%	0,2399%	0,2913%	0,1204%	0,2786%	0,4584%
2017	0,2261%	0,4630%	0,1175%	0,2616%	0,0821%	0,0999%	0,2982%	0,2140%
2018	0,2380%	0,3501%	0,0000%	0,1997%	0,1243%	0,1605%	0,4193%	0,2249%

Tabella 11 - Raggruppamento del tasso di infortunio mortale per provincia. Piemonte, anni 2014-2018

Passiamo adesso ad analizzare gli infortuni di tipo First Aid, Minor e Severe il cui andamento è mostrato in F**igura 18**. Nel grafico sono riportati i tre livelli di gravità degli infortuni con la relativa media per ogni provincia. Sin da subito è possibile notare come la maggior parte degli infortuni registrati facciano parte della categoria Minor Accident, ovvero gli infortuni per i quali sono stati indennizzati da 1 a 30 giorni.
Per le categorie First Aid e Severe invece si possono suddividere le province in due gruppi:

- Il primo gruppo è quello che raccoglie le province di Alessandria, Asti, Cuneo, Novara, Torino e Vercelli. Qui gli infortuni di tipo Severe Accident sono maggiori di quelli di tipo First Aid. Per le province di Alessandria, Asti e Vercelli lo scarto tra le due tipologie è di circa del 10%.
- Il secondo gruppo invece è composto dalle province di Biella e Verbano-Cusio-Ossola. Per entrambe le province gli eventi di tipo First Aid sono più numerosi di quelli di tipo Severe Accident.

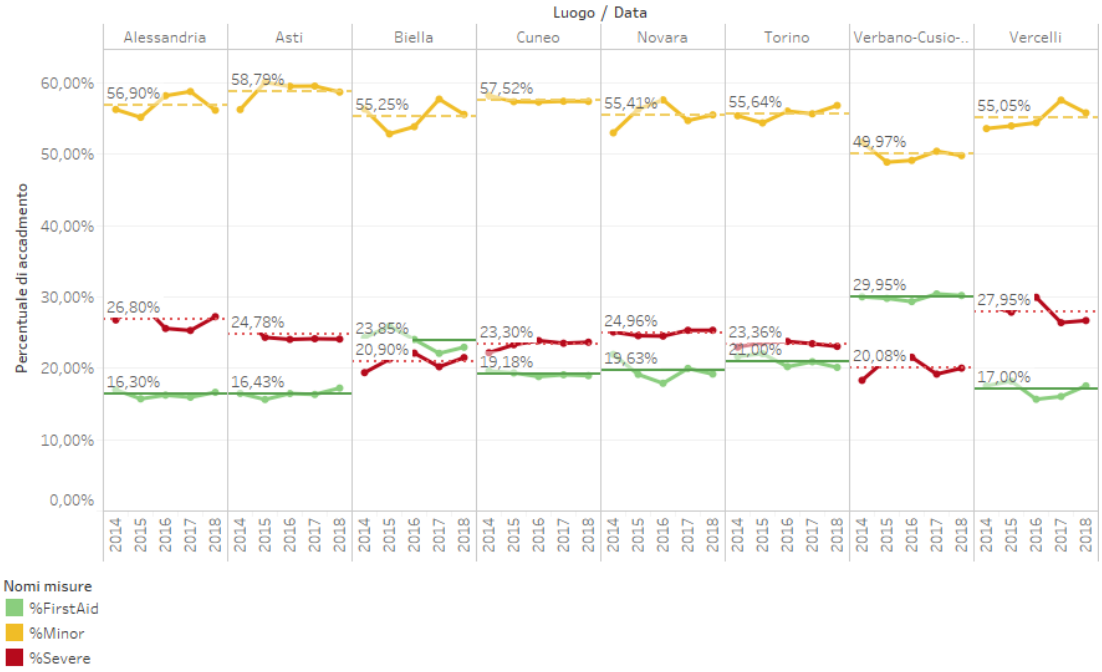


Figura 18 - Andamento della gravità degli infortuni suddiviso per provincia. Piemonte, anni 2014-2018

Full Time Equivalent

Si è scelto di calcolare quanti giorni sono stati indennizzati per provincia in tutto il periodo di analisi per capire quanto impattano gli infortuni nel tessuto industriale del Piemonte.

In **Figura 19** è riportato il totale della somma di tutti i giorni indennizzati. Dividendo questo valore per 220 giorni[11] otteniamo quanti anni lavorativi sono stati persi in ogni provincia per il quinquennio 2014-2018.

[11] Full Time Equivalent: quanto risulta disponibile una risorsa a tempo pieno per un anno lavorativo, che è quantificato in media in 220 giorni di lavoro.

Luogo Accadimento	Anni lavorativi persi	Giorni Indennizzati
Alessandria	2.399	527.771
Asti	1.015	223.398
Biella	477	104.954
Cuneo	3.576	786.624
Novara	1.469	323.097
Torino	9.223	2.029.006
Verbano-Cusio-Ossola	569	125.145
Vercelli	953	209.691

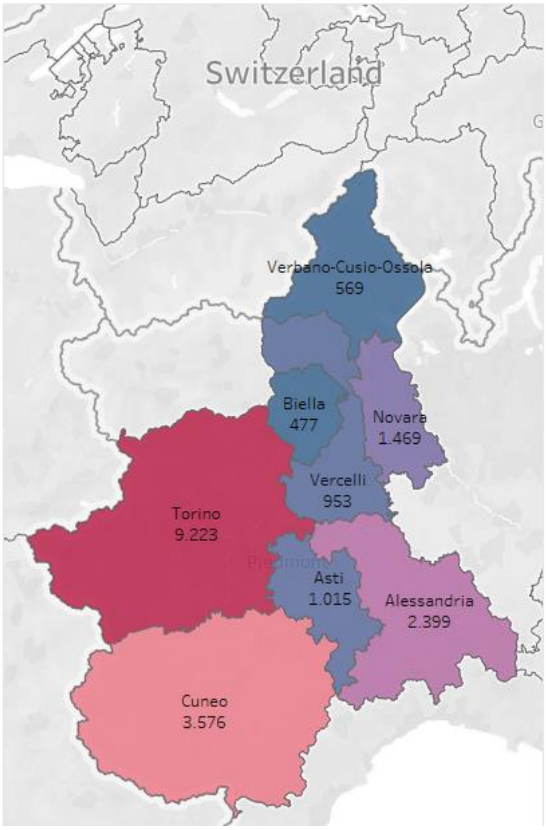


Figura 19 – Anni lavorativi persi in giorni indennizzati per provincia di accadimento. Piemonte, anni 2014-2018

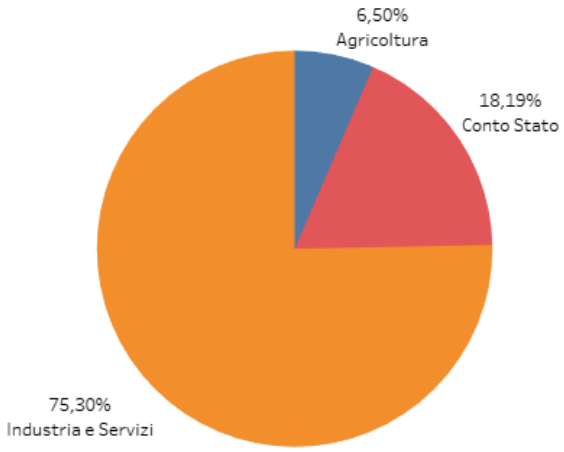
3.3. Descrizione degli infortuni per settore ATECO

Prima di procedere con le analisi riguardanti il settore ATECO e la gestione tariffaria è importante ribadire il concetto di "gestione" nell'infortunio per l'*Istituto nazionale Assicurazione Infortuni sul Lavoro*. I dati degli infortuni raccolti dai flussi informativi Inail, in prima battuta, comprendono qualunque tipo di evento infortunistico, senza alcuna distinzione amministrativa o di gestione. Questa differenziazione viene eseguita dall'Istituto in fase di definizione amministrativa dell'infortunio, che ricordiamo, per il calcolo degli indennizzi[12] può essere positiva, negativa ed in franchigia.

Riconosciuto un infortunio come positivo, si valuta la gestione amministrativa di quest'ultimo che potrà far parte di una delle tre gestioni: "Industria e Servizi", "Agricoltura" e "Conto Stato".

Le gestioni "Agricoltura" e "Conto Stato" seguono un iter burocratico diverso rispetto a quello della gestione "Industria e Servizi", amministrata direttamente dall'Inail.

Come mostrato in **Figura 20**, la maggior parte degli eventi infortunistici fanno comunque parte della gestione "Industria e Servizi".



Gestione	Numero di record
Agricoltura	10.456
Conto Stato	29.267
Industria e Servizi	121.131

Figura 20 - Percentuale degli infortuni per gestione di appartenenza. Piemonte, anni 2014-2018

[12] Ricordo, come specificato nel capitolo 3, che le analisi svolte in questo elaborato prendono in considerazione solamente gli infortuni accertati e riconosciuti come positivi dall'Istituto.

Settore ATECO

Le informazioni fornite dal data set pubblico dell'Inail permettono di conoscere il settore dell'attività economica in cui operava l'infortunato al momento dell'evento. Il codice ATECO presenta due livelli di dettaglio, una lettera indicante il macrosettore di attività economica, e dei numeri che rappresentano le articolazioni dei settori. In **Tabella 12** sono mostrati tutti gli eventi al massimo livello di dettaglio fornito dal codice ATECO. Data l'elevata numerosità dei singoli settori, per le elaborazioni successive si è scelto di raggruppare gli infortuni per macrosettore.

Macro Settore	Settore Attività Economica	Numero di record
AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA	A 01 - COLTIVAZIONI AGRICOLE E PRODUZIONE DI PRODOTTI ANIMALI, CACCIA E SERVIZI CONNESSI	242
	A 02 - SILVICOLTURA ED UTILIZZO DI AREE FORESTALI	95
	A 03 - PESCA E ACQUACOLTURA	1
ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE	B 06 - ESTRAZIONE DI PETROLIO GREGGIO E DI GAS NATURALE	17
	B 08 - ALTRE ATTIVITÀ DI ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE	144
ATTIVITÀ MANIFATTURIERE	C 10 - INDUSTRIE ALIMENTARI	2636
	C 11 - INDUSTRIA DELLE BEVANDE	331
	C 12 - INDUSTRIA DEL TABACCO	5
	C 13 - INDUSTRIE TESSILI	1167
	C 14 - CONFEZIONE DI ARTICOLI DI ABBIGLIAMENTO; CONFEZIONE DI ARTICOLI IN PELLE E PELLICCIA	346
	C 15 - FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN PELLE E SIMILI	72
	C 16 - INDUSTRIA DEL LEGNO E DEI PRODOTTI IN LEGNO E SUGHERO (ESCLUSI I MOBILI); FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN PAGLIA E MATERIALI DA INTRECCIO	959
	C 17 - FABBRICAZIONE DI CARTA E DI PRODOTTI DI CARTA	482
	C 18 - STAMPA E RIPRODUZIONE DI SUPPORTI REGISTRATI	517
	C 19 - FABBRICAZIONE DI COKE E PRODOTTI DERIVANTI DALLA RAFFINAZIONE DEL PETROLIO	50
	C 20 - FABBRICAZIONE DI PRODOTTI CHIMICI	642

	C 21 - FABBRICAZIONE DI PRODOTTI FARMACEUTICI DI BASE E DI PREPARATI FARMACEUTICI	229
	C 22 - FABBRICAZIONE DI ARTICOLI IN GOMMA E MATERIE PLASTICHE	2244
	C 23 - FABBRICAZIONE DI ALTRI PRODOTTI DELLA LAVORAZIONE DI MINERALI NON METALLIFERI	1098
	C 24 - METALLURGIA	1414
	C 25 - FABBRICAZIONE DI PRODOTTI IN METALLO (ESCLUSI MACCHINARI E ATTREZZATURE)	7537
	C 26 - FABBRICAZIONE DI COMPUTER E PRODOTTI DI ELETTRONICA E OTTICA; APPARECCHI ELETTROMEDICALI, APPARECCHI DI MISURAZIONE E DI OROLOGI	466
	C 27 - FABBRICAZIONE DI APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED APPARECCHIATURE PER USO DOMESTICO NON ELETTRICHE	867
	C 28 - FABBRICAZIONE DI MACCHINARI ED APPARECCHIATURE NCA	4254
	C 29 - FABBRICAZIONE DI AUTOVEICOLI, RIMORCHI E SEMIRIMORCHI	3332
	C 30 - FABBRICAZIONE DI ALTRI MEZZI DI TRASPORTO	579
	C 31 - FABBRICAZIONE DI MOBILI	360
	C 32 - ALTRE INDUSTRIE MANIFATTURIERE	891
	C 33 - RIPARAZIONE, MANUTENZIONE ED INSTALLAZIONE DI MACCHINE ED APPARECCHIATURE	1111
FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS, VAPORE E ARIA CONDIZIONATA	D 35 - FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS, VAPORE E ARIA CONDIZIONATA	348
FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE, ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI E RISANAMENTO	E 36 - RACCOLTA, TRATTAMENTO E FORNITURA DI ACQUA	217
	E 37 - GESTIONE DELLE RETI FOGNARIE	169
	E 38 - ATTIVITÀ DI RACCOLTA, TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DEI RIFIUTI; RECUPERO DEI MATERIALI	2672
	E 39 - ATTIVITÀ DI RISANAMENTO E ALTRI SERVIZI DI GESTIONE DEI RIFIUTI	29
COSTRUZIONI	F 41 - COSTRUZIONE DI EDIFICI	2803
	F 42 - INGEGNERIA CIVILE	786
	F 43 - LAVORI DI COSTRUZIONE SPECIALIZZATI	6911

COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO; RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI	G 45 - COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO E RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI	2101
	G 46 - COMMERCIO ALL'INGROSSO (ESCLUSO QUELLO DI AUTOVEICOLI E DI MOTOCICLI)	3730
	G 47 - COMMERCIO AL DETTAGLIO (ESCLUSO QUELLO DI AUTOVEICOLI E DI MOTOCICLI)	8049
TRASPORTO E MAGAZZINAGGIO	H 49 - TRASPORTO TERRESTRE E TRASPORTO MEDIANTE CONDOTTE	6285
	H 50 - TRASPORTO MARITTIMO E PER VIE D'ACQUA	27
	H 51 - TRASPORTO AEREO	7
	H 52 - MAGAZZINAGGIO E ATTIVITÀ DI SUPPORTO AI TRASPORTI	3941
	H 53 - SERVIZI POSTALI E ATTIVITÀ DI CORRIERE	2548
ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE	I 55 - ALLOGGIO	751
	I 56 - ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI RISTORAZIONE	5554
SERVIZI DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE	J 58 - ATTIVITÀ EDITORIALI	108
	J 59 - ATTIVITÀ DI PRODUZIONE CINEMATOGRAFICA, DI VIDEO E DI PROGRAMMI TELEVISIVI, DI REGISTRAZIONI MUSICALI E SONORE	100
	J 60 - ATTIVITÀ DI PROGRAMMAZIONE E TRASMISSIONE	88
	J 61 - TELECOMUNICAZIONI	290
	J 62 - PRODUZIONE DI SOFTWARE, CONSULENZA INFORMATICA E ATTIVITÀ CONNESSE	861
	J 63 - ATTIVITÀ DEI SERVIZI D'INFORMAZIONE E ALTRI SERVIZI INFORMATICI	290
ATTIVITÀ FINANZIARIE E ASSICURATIVE	K 64 - ATTIVITÀ DI SERVIZI FINANZIARI (ESCLUSE LE ASSICURAZIONI E I FONDI PENSIONE)	924
	K 65 - ASSICURAZIONI, RIASSICURAZIONI E FONDI PENSIONE (ESCLUSE LE ASSICURAZIONI SOCIALI OBBLIGATORIE)	160
	K 66 - ATTIVITÀ AUSILIARIE DEI SERVIZI FINANZIARI E DELLE ATTIVITÀ ASSICURATIVE	142
ATTIVITA' IMMOBILIARI	L 68 - ATTIVITÀ IMMOBILIARI	866
ATTIVITÀ PROFESSIONALI, SCIENTIFICHE E TECNICHE	M 69 - ATTIVITÀ LEGALI E CONTABILITÀ	378
	M 70 - ATTIVITÀ DI DIREZIONE AZIENDALE E DI CONSULENZA GESTIONALE	1644
	M 71 - ATTIVITÀ DEGLI STUDI DI ARCHITETTURA E D'INGEGNERIA; COLLAUDI ED ANALISI TECNICHE	776
	M 72 - RICERCA SCIENTIFICA E SVILUPPO	179
	M 73 - PUBBLICITÀ E RICERCHE DI MERCATO	420

	M 74 - ALTRE ATTIVITÀ PROFESSIONALI, SCIENTIFICHE E TECNICHE	611
	M 75 - SERVIZI VETERINARI	27
NOLEGGIO, AGENZIE DI VIAGGIO, SERVIZI DI SUPPORTO ALLE IMPRESE	N 77 - ATTIVITÀ DI NOLEGGIO E LEASING OPERATIVO	169
	N 78 - ATTIVITÀ DI RICERCA, SELEZIONE, FORNITURA DI PERSONALE	560
	N 79 - ATTIVITÀ DEI SERVIZI DELLE AGENZIE DI VIAGGIO, DEI TOUR OPERATOR E SERVIZI DI PRENOTAZIONE E ATTIVITÀ CONNESSE	110
	N 80 - SERVIZI DI VIGILANZA E INVESTIGAZIONE	632
	N 81 - ATTIVITÀ DI SERVIZI PER EDIFICI E PAESAGGIO	4400
	N 82 - ATTIVITÀ DI SUPPORTO PER LE FUNZIONI D'UFFICIO E ALTRI SERVIZI DI SUPPORTO ALLE IMPRESE	1828
AMMINISTRAZIONE PUBBLICA E DIFESA; ASSICURAZIONE SOCIALE OBBLIGATORIA	O 84 - AMMINISTRAZIONE PUBBLICA E DIFESA; ASSICURAZIONE SOCIALE OBBLIGATORIA	6213
ISTRUZIONE	P 85 - ISTRUZIONE	1701
SANITA' E ASSISTENZA SOCIALE	Q 86 - ASSISTENZA SANITARIA	4096
	Q 87 - SERVIZI DI ASSISTENZA SOCIALE RESIDENZIALE	3479
	Q 88 - ASSISTENZA SOCIALE NON RESIDENZIALE	3012
ATTIVITÀ ARTISTICHE, SPORTIVE, DI INTRATTENIMENTO E DIVERTIMENTO	R 90 - ATTIVITÀ CREATIVE, ARTISTICHE E DI INTRATTENIMENTO	156
	R 91 - ATTIVITÀ DI BIBLIOTECHE, ARCHIVI, MUSEI ED ALTRE ATTIVITÀ CULTURALI	67
	R 92 - ATTIVITÀ RIGUARDANTI LE LOTTERIE, LE SCOMMESSE, LE CASE DA GIOCO	48
	R 93 - ATTIVITÀ SPORTIVE, DI INTRATTENIMENTO E DI DIVERTIMENTO	828
ALTRE ATTIVITÀ DI SERVIZI	S 94 - ATTIVITÀ DI ORGANIZZAZIONI ASSOCIATIVE	297
	S 95 - RIPARAZIONE DI COMPUTER E DI BENI PER USO PERSONALE E PER LA CASA	254
	S 96 - ALTRE ATTIVITÀ DI SERVIZI PER LA PERSONA	1120
ATTIVITÀ DI FAMIGLIE E CONVIVENZE COME DATORI DI LAVORO PER PERSONALE DOMESTICO; PRODUZIONE DI BENI E SERVIZI INDIFFERENZIATI PER	T 97 - ATTIVITÀ DI FAMIGLIE E CONVIVENZE COME DATORI DI LAVORO PER PERSONALE DOMESTICO	7
	T 98 - PRODUZIONE DI BENI E SERVIZI INDIFFERENZIATI PER USO PROPRIO DA PARTE DI FAMIGLIE E CONVIVENZE	3

USO PROPRIO DA PARTE DI FAMIGLIE E CONVIVENZE		
ORGANIZZAZIONI ED ORGANISMI EXTRATERRITORIALI	U 99 - ORGANIZZAZIONI ED ORGANISMI EXTRATERRITORIALI	6
NON DISPONIBILE	GESTIONE AGRICOLTURA	10456
	GESTIONE CONTO STATO	29267
	GESTIONE INDUSTRIA E SERVIZI	5265

Tabella 12 - Numero totale di infortuni per singola attività del settore ATECO. Piemonte, anni 2014-2018

Dalla tabella è possibile analizzare quali siano i settori con il più alto numero di infortuni, per comodità evidenziati in scala progressiva di rosso. Il settore con il maggior numero di infortuni registrati è il *G47* riguardante il commercio al dettaglio come ad esempio supermercati, grandi magazzini, negozi di abbigliamento, ecc. Segue il *C25* che fa riferimento alla fabbricazione di prodotti in metallo ad esclusione di macchinari ed attrezzature, il codice *F43* il quale raccoglie i lavori di costruzione specializzati tra cui, ad esempio, le attività di installazione e manutenzioni di impianti elettrici, idraulici condizionamento, preparazione dei cantieri edili e dei terreni, installazione e manutenzioni di elevatori ecc., infine il codice *H49* che comprende le attività di trasporto ferroviario e terreste di passeggeri e merci, servizi di trasloco e trasporto mediante condotte di gas e di liquidi.

In tabella è presente, inoltre, una buona parte di eventi senza un codice ATECO correlato. Difatti, dei 160.854 infortuni occorsi 44.988 non hanno un codice ATECO corrispondente in quanto riconducibili, prevalentemente, alle gestioni "Agricoltura" (10456 eventi) e "Conto Stato" (29267 eventi) gestioni prive di codice ATECO.

Tra gli eventi senza codice, tuttavia, 5265 sono riconducibili alla gestione "Industria e Servizi" e sono privi di codice ATECO perché probabilmente non disponibile al momento del rilevamento.

Si registra altresì un basso numero di infortuni presenti nei settori "A - Agricoltura, Silvicoltura e Pesca" e "P – Istruzione". La giustificazione potrebbe ricercarsi tuttavia nel fatto che plausibilmente la quasi totalità degli infortuni che dovrebbero appartenere al macrosettore *A* siano presenti nella gestione "Agricoltura" che ne conta 10.456 (senza codice); idem per gli infortuni del macrosettore *P* che ne conta solo 1701 mentre la gestione "Conto Stato" ne presenta 29.267 (gestione in cui sono presenti gli studenti e buona parte del personale della pubblica amministrazione).

In **Tabella 13** sono stati raccolti gli infortuni per macrosettori accaduti tra il 2014 ed il 2018 in Piemonte, filtrati per la gestione "Industria e Servizi" per le motivazioni spiegate all'interno di questo paragrafo.

Macrosettore Attività Economica	Numero di record	% del totale
A - AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA	338	0,28%
B - ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE	161	0,13%
C - ATTIVITÀ MANIFATTURIERE	31.589	26,08%
D - FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS, VAPORE E ARIA CONDIZIONATA	348	0,29%
E - FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE, ATTIVITÀ DI GESTIONE DEI RIFIUTI E RISANAMENTO	3.087	2,55%
F - COSTRUZIONI	10.500	8,67%
G - COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO; RIPARAZIONE DI AUTOVEICOLI E MOTOCICLI	13.880	11,46%
H - TRASPORTO E MAGAZZINAGGIO	12.808	10,57%
I - ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE	6.305	5,21%
J - SERVIZI DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE	1.737	1,43%
K - ATTIVITÀ FINANZIARIE E ASSICURATIVE	1.226	1,01%
L - ATTIVITA' IMMOBILIARI	866	0,71%
M - ATTIVITÀ PROFESSIONALI, SCIENTIFICHE E TECNICHE	4.035	3,33%
N - NOLEGGIO, AGENZIE DI VIAGGIO, SERVIZI DI SUPPORTO ALLE IMPRESE	7.699	6,36%
O - AMMINISTRAZIONE PUBBLICA E DIFESA; ASS. SOCIALE OBBLIGATORIA	6.213	5,13%
P - ISTRUZIONE	1.701	1,40%
Q - SANITA' E ASSISTENZA SOCIALE	10.587	8,74%
R - ATTIVITÀ ARTISTICHE, SPORTIVE, DI INTRATTENIMENTO E DIVERTIMENTO	1.099	0,91%
S - ALTRE ATTIVITÀ DI SERVIZI	1.671	1,38%
T - ATTIVITÀ DI FAMIGLIE E CONVIVENZE COME DATORI DI LAVORO PER PERSONALE DOMESTICO	10	0,01%
U - ORGANIZZAZIONI ED ORGANISMI EXTRATERRITORIALI	6	0,00%
ND	5.265	4,35%

Tabella 13 - Numero di infortuni raccolti per macrosettore ATECO. Piemonte, anni 2014-2018

Il macrosettore che presenta la maggior parte degli infortuni in numero assoluto è il *C – Attività manufatturiere* con circa il 26% degli eventi totali, seguono il *G – Commercio all'ingrosso e al dettaglio* con l'11,5% di eventi e *H – Trasporto e magazzinaggio* con il 10,6%. Il numero elevato di infortuni per questi macrosettori è motivato dal grande numero di occupati presenti negli stessi, come dimostrano i dati Inail in **Tabella 14**.

Nella tabella che segue sono stati raccolti gli occupati per macrosettore della regione Piemonte negli anni che vanno dal 2013 al 2017. Non essendo disponibili al momento i dati del 2018 si è deciso di confrontare gli infortuni occorsi nel periodo di analisi

2014 - 2018 con due scenari relativi agli occupati nell'intervallo 2013-2017, creati per valutare un intervallo di incidenza degli infortuni.

Gli scenari rappresentano l'uno il massimo numero di occupati presenti in Piemonte nel periodo 2013-2017, l'altro il minore.

Macrosettore	MAX occupati	MIN occupati
A-AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA	3289	3095
B-ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE	1924	1457
C-ATTIVITÀ MANIFATTURIERE	422303	399155
D-FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS	9301	8824
E-FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE	13870	13456
F-COSTRUZIONI	125002	114557
G-COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO	155635	145480
H-TRASPORTO E MAGAZZINAGGIO	60661	56916
I-ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE	54470	50105
J-SERVIZI DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE	61531	54348
K-ATTIVITÀ FINANZIARIE E ASSICURATIVE	78998	62628
L-ATTIVITA' IMMOBILIARI	9632	8597
M-ATTIVITÀ PROFESSIONALI, SCIENTIFICHE E TECNICHE	76680	68257
N-NOLEGGIO, AGENZIE DI VIAGGIO, SERVIZI DI SUPPORTO ALLE IMPRESE	42845	39371
O-AMMINISTRAZIONE PUBBLICA E DIFESA; ASS. SOCIALE OBBLIGATORIA	70338	61331
P-ISTRUZIONE	18370	14562
Q-SANITA' E ASSISTENZA SOCIALE	75556	71415
R-ATTIVITÀ ARTISTICHE, SPORTIVE, DI INTRATTENIMENTO E DIVERTIMENTO	9587	8793
S-ALTRE ATTIVITÀ DI SERVIZI	32939	31885
T-ATTIVITÀ DI FAMIGLIE E CONVIVENZE	156	144
U-ORGANIZZAZIONI ED ORGANISMI EXTRATERRITORIALI	31	26

Tabella 14 - Numero massimo e minimo di occupati per macrosettore ATECO in Piemonte. Anni 2013-2017. Dati Inail

Dividendo il numero degli infortuni[13] per i due scenari di occupazione è possibile osservare in quale macrosettore sia presente un più alto tasso di infortunio per occupati, dati visibili in **Tabella 15**. Si precisa che anche in questa tabella i dati sono filtrati per la gestione "Industria e Servizi".

Macrosettore	Scenario Massima Occupazione	Scenario minima occupazione
A-AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA	10,2767%	10,9208%
B-ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE	8,3680%	11,0501%
C-ATTIVITÀ MANIFATTURIERE	7,4802%	7,9140%
D-FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS	3,7415%	3,9438%
E-FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE	22,2567%	22,9414%
F-COSTRUZIONI	8,3999%	9,1657%
G-COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO	8,9183%	9,5408%
H-TRASPORTO E MAGAZZINAGGIO	21,1141%	22,5033%
I-ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE	11,5752%	12,5836%
J-SERVIZI DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE	2,8230%	3,1961%
K-ATTIVITÀ FINANZIARIE E ASSICURATIVE	1,5519%	1,9576%
L-ATTIVITA' IMMOBILIARI	8,9909%	10,0733%
M-ATTIVITÀ PROFESSIONALI, SCIENTIFICHE E TECNICHE	5,2621%	5,9115%
N-NOLEGGIO, AGENZIE DI VIAGGIO, SERVIZI DI SUPPORTO ALLE IMPRESE	17,9694%	19,5550%
O-AMMINISTRAZIONE PUBBLICA E DIFESA; ASS. SOCIALE OBBLIGATORIA	8,8331%	10,1303%
P-ISTRUZIONE	9,2597%	11,6811%

[13] Si precisa che il numero di infortuni utilizzato è quello totale del periodo 2014-2018.

Q-SANITA' E ASSISTENZA SOCIALE	14,0121%	14,8246%
R-ATTIVITÀ ARTISTICHE, SPORTIVE, DI INTRATTENIMENTO E DIVERTIMENTO	11,4634%	12,4986%
S-ALTRE ATTIVITÀ DI SERVIZI	5,0730%	5,2407%
T-ATTIVITÀ DI FAMIGLIE E CONVIVENZE	6,4103%	6,9444%
U-ORGANIZZAZIONI ED ORGANISMI EXTRATERRITORIALI	19,3548%	23,0769%

Tabella 15 - Tasso di infortunio per occupati dei macrosettori ATECO per la gestione "industria e servizi". Piemonte, anni 2014-2018

Analizzando i risultati in tabella appare fin da subito chiaro che il settore C – Attività manufatturiere, nonostante registri il maggior numero di eventi in valori assoluti nel quinquennio analizzato, è un settore con una incidenza di infortuni per occupati alquanto nella media, con valori che oscillano tra il 7,5% e l'8%.

Il settore che per addetti ha presentato il maggior numero di infortuni nel periodo 2014-2018 è il settore *E - Fornitura di acqua; reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento*, con valori che oscillano, in base allo scenario, tra il 22 ed il 23%. Segue subito il settore *H – Trasporto e magazzinaggio,* con valori che oscillano tra il 21% ed il 22,5% (dei settori evidenziati in precedenza con il maggior numero di infortuni in valore assoluto, questo è l'unico che risulta di nuovo presente). Proseguendo con l'analisi si evidenzia il settore *U – Organizzazioni ed organismi extraterritoriali*, che a causa della scarsa numerosità di occupati ed infortuni ha una forbice di valori dal 19 al 23%. Chiude la classifica dei settori con il tasso più alto di infortuni per occupati l'attività *N-Noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese*, con una incidenza di infortuni nel quinquennio tra il 18 ed il 20% circa.

I settori con meno infortuni per lavoratore sono invece le attività che riguardano i settori finanziari ed assicurativi, i servizi di informazione e comunicazione ed i servizi di fornitura di energia elettrica e gas.

È importante specificare e ribadire bene il concetto che si cela dietro queste percentuali: un valore quasi del 25%, sta a significare che, nei cinque anni analizzati, quasi un quarto degli addetti di quel settore ha subito un infortunio sul lavoro.

Gravità degli infortuni per macrosettore ATECO

Se prima è stata valutata la frequenza degli infortuni ora il focus verterà sulla gravita degli stessi. In **Tabella 16** sono stati raccolti tutti gli infortuni per macrosettore e sono stati suddivisi per gravità (First Aid, Minor, Severe, di questi poi è stata calcolata la percentuale sul totale degli infortuni. Gli infortuni della gestione "Agricoltura", i quali ricordiamo essere senza codice ATECO, sono stati uniti al settore *A – Agricoltura, silvicoltura e pesca*; in quanto, la suddetta gestione, trova facile riscontro in questo specifico settore. La gestione "Conto Stato", al contrario, non è stata inclusa.

Macrosettore	FirstAid	Minor	Severe	TOT	%FirstAid	%Minor	%Severe
A-AGRICOLTURA, SILVICOLTURA E PESCA con Gestione AGRICOLTURA	126	6509	4159	10794	1,17%	60,30%	38,53%
B-ESTRAZIONE DI MINERALI DA CAVE E MINIERE	4	109	48	161	2,48%	67,70%	29,81%
C-ATTIVITÀ MANIFATTURIERE	343	22714	8532	31589	1,09%	71,90%	27,01%
D-FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA, GAS	8	240	100	348	2,30%	68,97%	28,74%
E-FORNITURA DI ACQUA; RETI FOGNARIE	47	2101	939	3087	1,52%	68,06%	30,42%
F-COSTRUZIONI	194	6438	3868	10500	1,85%	61,31%	36,84%
G-COMMERCIO ALL'INGROSSO E AL DETTAGLIO	204	10249	3427	13880	1,47%	73,84%	24,69%
H-TRASPORTO E MAGAZZINAGGIO	189	8471	4148	12808	1,48%	66,14%	32,39%
I-ATTIVITÀ DEI SERVIZI DI ALLOGGIO E DI RISTORAZIONE	134	4656	1515	6305	2,13%	73,85%	24,03%
J-SERVIZI DI INFORMAZIONE E COMUNICAZIONE	44	1219	474	1737	2,53%	70,18%	27,29%
K-ATTIVITÀ FINANZIARIE E ASSICURATIVE	32	878	316	1226	2,61%	71,62%	25,77%
L-ATTIVITA' IMMOBILIARI	21	587	258	866	2,42%	67,78%	29,79%
M-ATTIVITÀ PROFESSIONALI, SCIENTIFICHE E TECNICHE	57	2957	1021	4035	1,41%	73,28%	25,30%
N-NOLEGGIO, AGENZIE DI VIAGGIO, SERVIZI DI SUPPORTO ALLE IMPRESE	138	5276	2285	7699	1,79%	68,53%	29,68%
ND	125	3381	1759	5265	2,37%	64,22%	33,41%
O-AMMINISTRAZIONE PUBBLICA E DIFESA; ASS. SOCIALE OBBLIGATORIA	121	4250	1842	6213	1,95%	68,40%	29,65%
P-ISTRUZIONE	1018	524	159	1701	59,85%	30,81%	9,35%

Q-SANITA' E ASSISTENZA SOCIALE	217	7580	2790	10587	2,05%	71,60%	26,35%
R-ATTIVITÀ ARTISTICHE, SPORTIVE, DI INTRATTENIMENTO E DIVERTIMENTO	33	729	337	1099	3,00%	66,33%	30,66%
S-ALTRE ATTIVITÀ DI SERVIZI	44	1118	509	1671	2,63%	66,91%	30,46%
T-ATTIVITÀ DI FAMIGLIE E CONVIVENZE	0	8	2	10	0,00%	80,00%	20,00%
U-ORGANIZZAZIONI ED ORGANISMI EXTRATERRITORIALI	0	5	1	6	0,00%	83,33%	16,67%

Tabella 16 - Gravità degli infortuni per macrosettore ATECO. Piemonte, anni 2014-2018

Per quanto riguarda gli infortuni più lievi, categorizzati come *First Aid*, il settore dell'istruzione è quello che ne presenta di più; infatti quasi il 60% di tutti gli infortuni di questa attività rientrano in questa categoria. Il resto dei settori ha valori molto simili che oscillano tra l'1,4% ed il 3%.

Gli infortuni di categoria *Minor*, così come confermato nell'analisi territoriale, coprono la quasi totalità degli infortuni. L'incidenza nei settori T ed U è pari all'80%, valore ben sopra la media di questa categoria, e ciò probabilmente per la mancanza di segnalazioni degli eventi di tipo First Aid. Osservando gli altri settori, quelli con un valore più alto sono: *G-Commercio all'ingrosso e al dettaglio, M-attività professionali, scientifiche e tecniche* ed *I-Attività dei servizi di alloggio e di ristorazione*. Il settore *F – Costruzioni* presenta, al contrario, un valore alquanto contenuto.

Analizzando gli infortuni di entità *Severe* ritroviamo in testa il sopracitato settore *F – Costruzioni* ed il nuovo gruppo formato dal settore A e dalla gestione "Agricoltura". Questi settori possiedono l'infelice primato del numero di incidenti con gravità maggiore, rispetto al totale degli incidenti avvenuti nel periodo di riferimento. La pericolosità del settore delle costruzioni verrà confermata, come vedremo a breve, anche dal numero di incidenti fatali, tra i più alti rilevati.

Seguono nella "classifica" le attività *H – Trasporto e magazzinaggio*, *R – Attività artistiche e sportive*, *S – altre attività di servizi* ed *E – Fornitura d'acqua e reti fognarie*.

Infortuni mortali

Per quanto concerne l'analisi degli infortuni mortali utilizzeremo di nuovo i dati delle gestioni "Industria e Servizi" ed "Agricoltura", con la stessa modalità illustrata poc'anzi. Per quanto attiene alla gestione "Conto Stato" si riporta comunque che gli infortuni mortali nel periodo di riferimento sono stati 4, ovvero circa lo 0,014% del totale degli eventi presenti per questa gestione[14].

Nel grafico in **Figura 21** sono disposti, in ordine decrescente, i settori per numero assoluto di infortuni mortali. Sopra ogni barra dell'istogramma sono indicati il numero assoluto di eventi mortali e la percentuale di questi rispetto a tutti gli infortuni di quel settore.

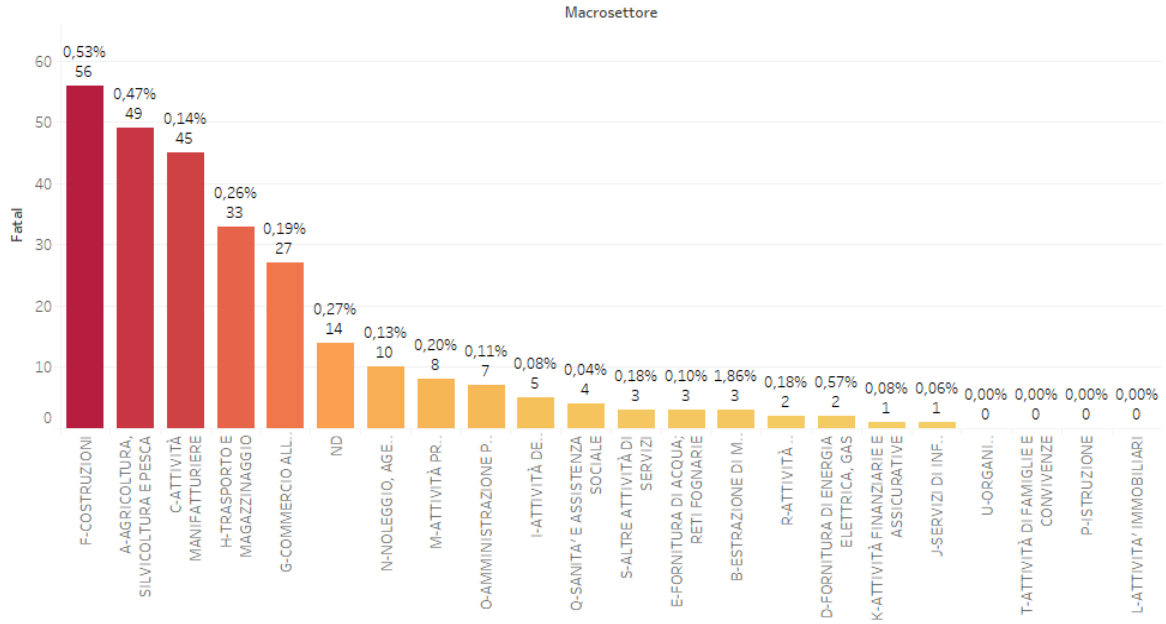


Figura 21 - Valore assoluto e percentuale degli infortuni mortali per macrosettore ATECO. Piemonte, anni 2014-2018

Analizzando il grafico si conferma il rischio a cui sono esposti i lavoratori del settore *F – Costruzioni.* Questa attività presenta il più alto numero di infortuni mortali registrati in Piemonte nel periodo di riferimento: 56 eventi, distribuiti in cinque anni, con un tasso di mortalità di quasi un lavoratore deceduto al mese. Nello specifico, per 100.000 addetti sono stati calcolati, in media, quasi 10 decessi all'anno, dati in **Tabella 17**.

[14] Il numero totale di infortuni per questa gestione è 29267, come mostrato in **Tabella 12**.

Anno	Occupati	Infortuni Mortali	Tasso mortale per 100.000 addetti
2013	125002		
2014	119122	12	10,07
2015	116597	11	9,43
2016	115787	14	12,09
2017	114557	7	6,11
2018	110945[15]	12	10,82

Tabella 17 - Tasso infortunio mortale per il settore F - Costruzioni. Piemonte, anni 2014-2018

Proseguendo nell'analisi del grafico, riscontriamo che un elevato numero di infortuni mortali è stato registrato anche nelle attività dei settori Agricoli e Manufatturieri, anche se si evidenzia una percentuale di incidenza relativamente inferiore a quella di altri settori.

In termini di incidenza percentuale, analizzando la coda del grafico, possiamo osservare l'elevata incidenza degli infortuni mortali nei settori *D-Fornitura di energia elettrica, gas* (circa lo 0,6%) e *B-Estrazione di minerali da cave e miniere*. Nello specifico, quest'ultimo settore, registra in media ogni 100 infortuni quasi due infortuni mortali.

Analisi temporale degli infortuni per settore

In ultima analisi è stata calcolato lo scostamento percentuale del numero di infortuni rispetto all'anno precedente, per valutarne l'andamento. I settori T ed U non sono stati inclusi perché poco significativi a causa della scarsa numerosità degli infortuni.

Come si vede dal grafico in **Figura 22**, la maggior parte dei settori ha subito una diminuzione nel numero di infortuni nell'anno 2015, anche se tuttavia è importante ricordare che il 2014 è stato l'anno con il maggior numero di infortuni di tutto il periodo di riferimento. Il settore minerario ha subito, a fronte di un grande incremento nel 2015, un progressivo decremento negli altri anni.

Nel 2016 quasi la metà dei settori ha visto un aumento nel numero di infortuni, in particolare il settore *M-Attività professionali, scientifiche e tecniche* evidenzia un +21% rispetto al 2015.

[15] I dati occupazionali del 2018 di questo settore non essendo disponibili attualmente sono stati trovati con una previsione lineare utilizzando i dati del 2013-2017.

Nel 2017 si registra un decremento per la maggior parte delle attività, ad eccezione dei settori N, R ed S. È il settore delle forniture di energia quello con la maggior diminuzione (-16%).

Infine, nel 2018, si evidenzia un aumento del numero di infortuni del settore D unito a quello delle attività immobiliari e professionali dei settori L ed M. In tutti gli altri settori, si è registrato un numero inferiore di infortuni.

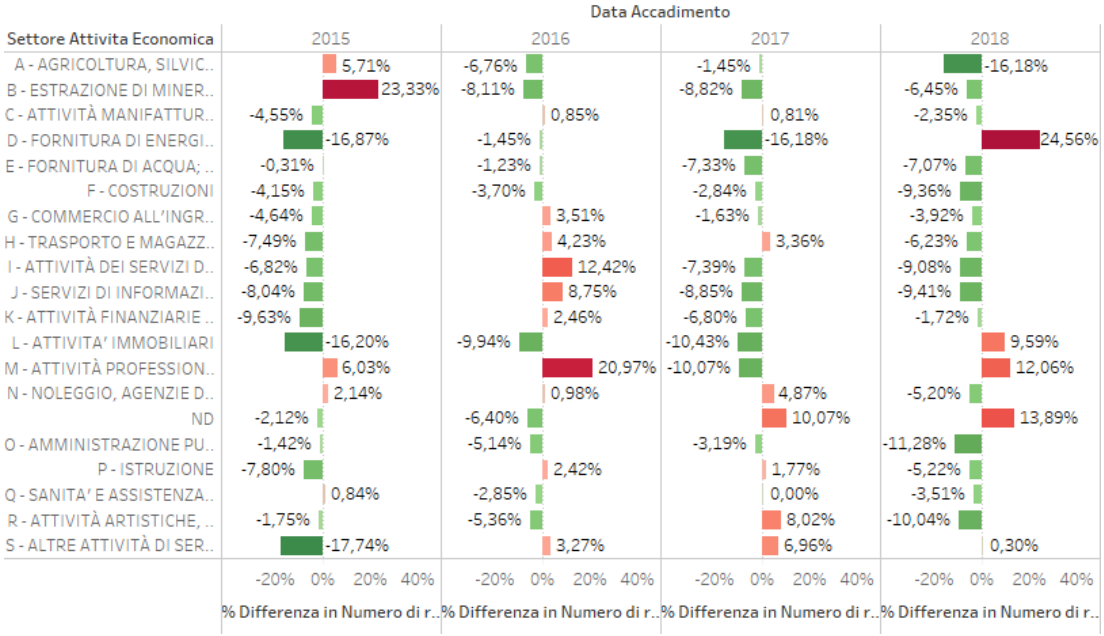


Figura 22 - Scostamento percentuale annuale del numero di infortuni per macrosettore ATECO. Piemonte, anni 2014-2018

Come evidenziato in **Figura 23**, rispetto ai dati del 2014, tutti i settori nel 2018 hanno complessivamente subito una riduzione degli infortuni, ad eccezione tuttavia dei settori M ed N. L'elevato numero di eventi senza settore economico è probabilmente dovuto alla mancata classificazione di alcuni eventi del 2018.

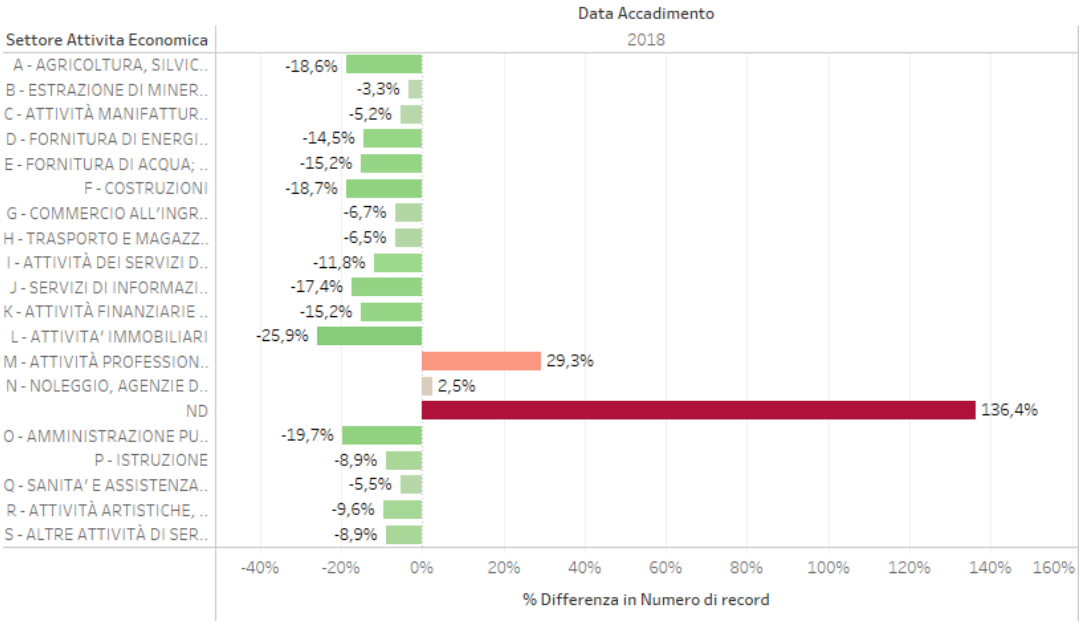


Figura 23 - Scostamento percentuale degli infortuni tra il 2014 ed il 2018, suddivisi per macrosettore ATECO. Piemonte, anni 2014 e 2018

3.4. Descrizione degli infortunati per età, sesso e luogo di nascita

Sesso del lavoratore

La maggior parte degli eventi infortunistici in Piemonte, nel periodo 2014-2018, ha riguardato lavoratori di sesso maschile come di vede in **Figura 24**. Nello specifico, 98.414 infortuni per gli uomini, pari circa al 61%, e 62.433 eventi per le donne, circa il 39% del totale.

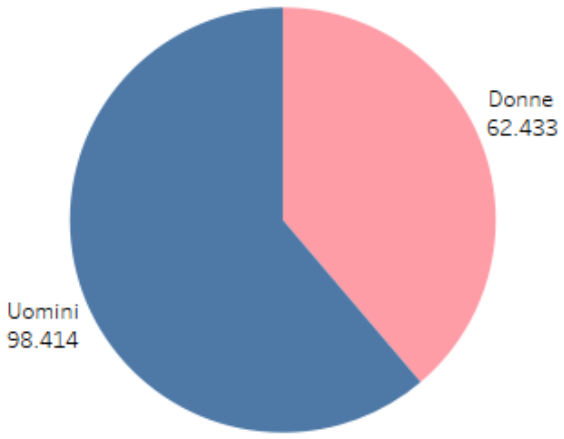


Figura 24 - Numero di infortuni suddiviso per il sesso del lavoratore. Piemonte, anni 2014-2018

Queste percentuali sono in parte spiegate dalla maggior numerosità degli occupati di sesso maschile rispetto a quelli di sesso femminile: nel 2018, in Piemonte, gli occupati[16] di sesso maschile erano circa il 56% del totale mentre quelli di sesso femminile il 44%. Come si è delineato nei capitoli precedenti, infatti, la numerosità di lavoratori in una certa categoria aumenta il numero di infortuni della stessa, e anche questo caso non fa eccezione. La percentuale leggermente più alta di infortuni per gli uomini è anche motivata dal fatto che solitamente questi spesso svolgono lavori in settori più ad alto rischio, come quello industriale e delle costruzioni.

Analizzando il grafico in **Figura 25** si può osservare inoltre come la percentuale di eventi di tipo First Aid sia maggiore nelle donne (26,90%) rispetto agli uomini (15,71%). Questi ultimi, al contrario, evidenziano percentuali maggiori nelle casistiche più gravi. Nello specifico per gli uomini si riscontrano circa il 60% di eventi "Minor" ed il 25% di eventi "Severe", categorie che per le donne coprono rispettivamente circa il 50% ed il 20%.

[16] Dati Istat.

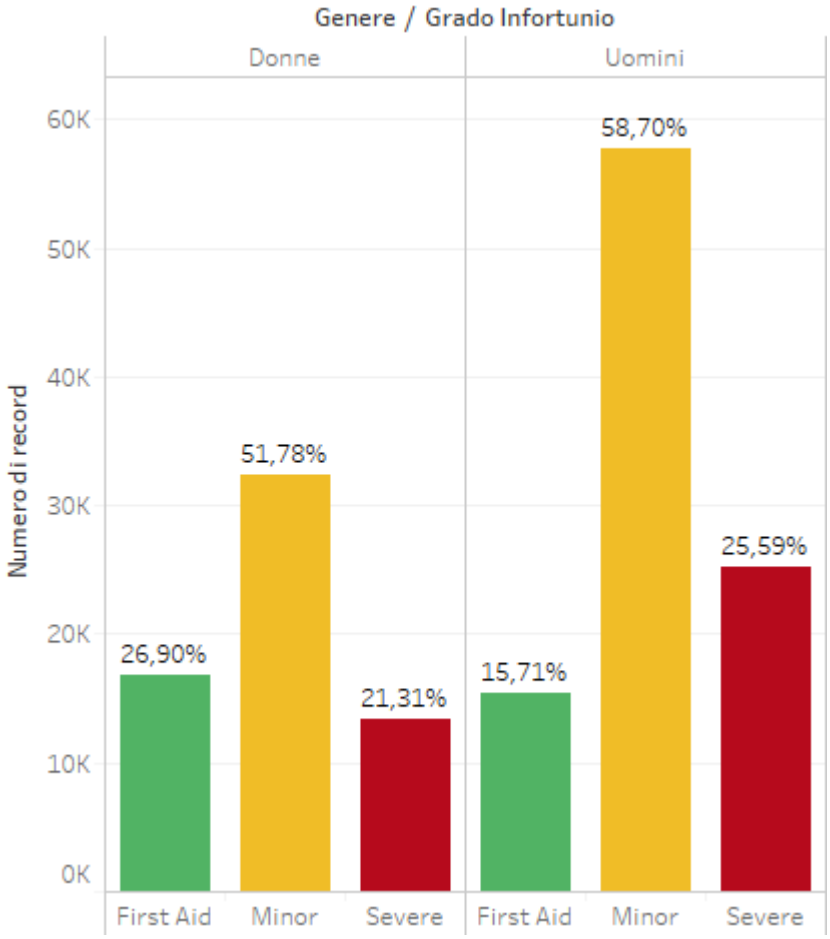


Figura 25 - Gravità degli infortuni suddivisa per il sesso del lavoratore. Piemonte, anni 2014-2018

Il numero assoluto degli eventi è presente in **Tabella 18**. Nel dettaglio, il numero di eventi First Aid è quasi pari sia per i lavoratori di sesso maschile che femminile; al contrario, per gli uomini, gli infortuni di categoria Minor e Severe sono quasi il doppio rispetto a quelli in cui incorrono le donne.

Genere / Grado Infortunio	Donne			Uomini		
	First Aid	Minor	Severe	First Aid	Minor	Severe
Numero di record	16.797	32.330	13.306	15.463	57.769	25.182

Tabella 18 - Numero assoluto di infortuni suddiviso per gravità e sesso del lavoratore. Piemonte, anni 2014-2018

In caso di infortuni mortali questa differenza è ancora più marcata. Dei 277 infortuni mortali accaduti, tra il 2014 ed il 2018, 250 fanno riferimento a lavoratori di sesso maschile e 27 a lavoratori di sesso femminile, percentuali rispettivamente del 93% e del 7%.

Età del lavoratore

Osservando il numero di infortuni per fascia d'età (**Figura 26**) riscontriamo come quelle più colpite siano la fascia dai 35 ai 44 anni e quella dai 45 ai 54 anni: poco più del 50% degli infortunati possedeva tra i 35 ed i 54 anni al momento dell'evento.

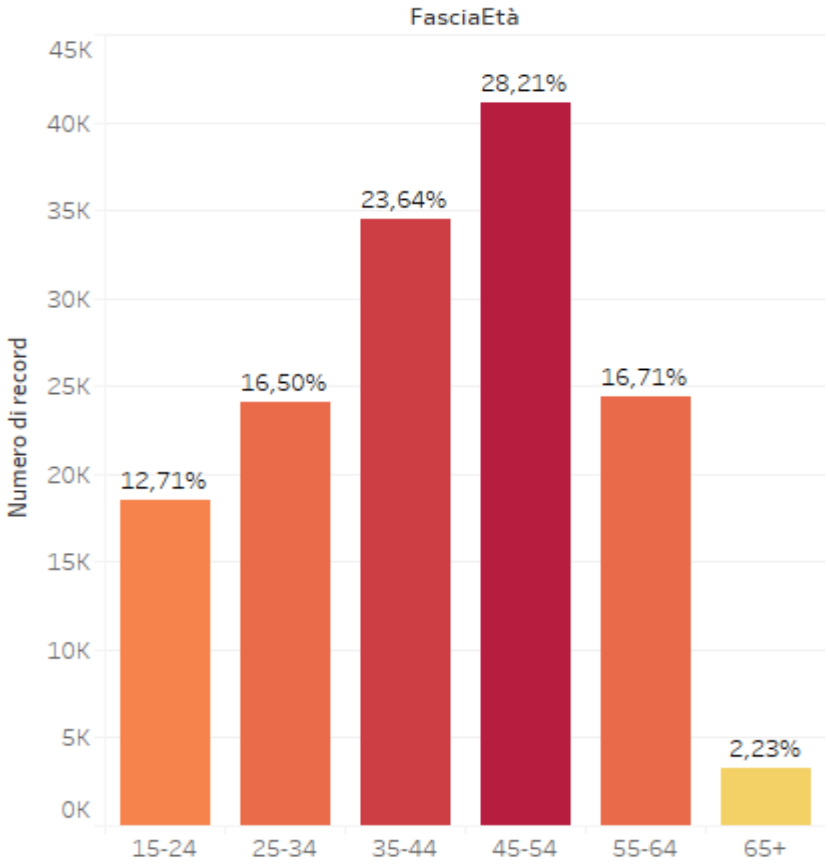


Figura 26 - Numero di infortuni suddiviso per fascia d'età. Piemonte, anni 2014-2018

Analizzando la gravità degli infortuni per fasce di età (**Figura 27**), è possibile osservare un trend infelice quanto scontato: all'aumentare dell'età aumenta anche l'impatto che l'infortunio ha sul lavoratore.

Per la fascia 15-24 gli infortuni di tipo First Aid coprono il 50% dei casi, questo può essere dovuto alla giovane età del lavoratore e quindi soprattutto alla sua poca esperienza. È facile, infatti, che un lavoratore poco esperto abbia maggiori probabilità di incorrere in infortuni "quotidiani" o comunque di lieve entità (unendo la categoria Minor si raggiunge più del 90% di eventi).

La fascia 25-34, invece, rappresenta il punto di partenza di un trend che vede diminuire il numero degli infortuni di tipo Minor, ed aumentare quelli di tipo Severe. A partire da questa fascia di età, inoltre, il numero di eventi più lieve cala drasticamente, mantenendo un valore di circa il 4% per quasi tutte le fasce.

Come precedentemente detto, la percentuale degli eventi di tipo Severe arriva a rappresentare, nella fascia di età dai 65 anni in poi, quasi la metà degli infortuni. È bene ricordare che questa categoria, oltre a rappresentare una grande sofferenza per il lavoratore, comporta anche un elevato costo per l'azienda e la collettività.

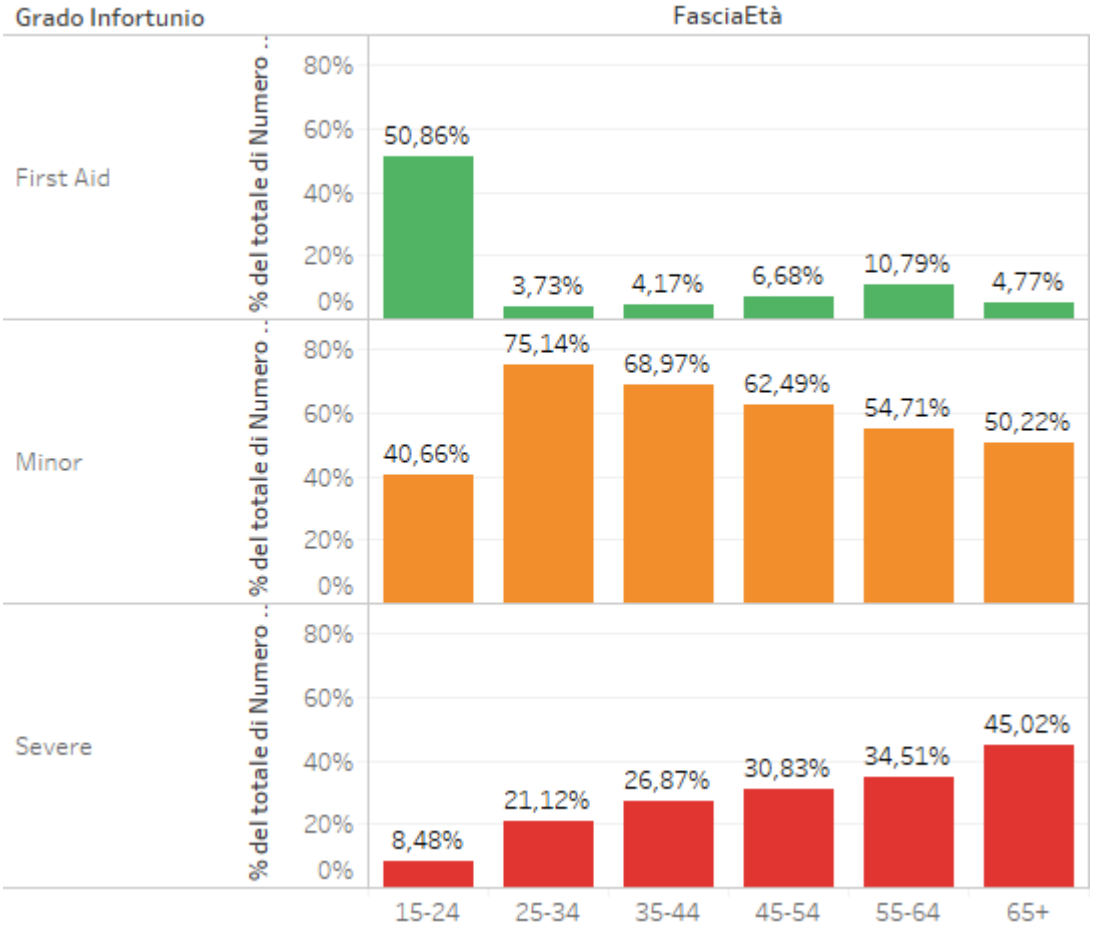


Figura 27 - Gravità degli infortuni suddivisi per fascia di età. Piemonte, anni 2014-2018

Per quanto attiene gli infortuni mortali il principio non cambia. In **Tabella 19** è rapportata, per fascia di età, la percentuale di infortuni mortali con quelli non mortali. Il valore più basso è presente nella fascia 15-24, con una incidenza dello 0,09%, nella fascia oltre 65, invece, troviamo un valore di 0,92%, una probabilità 10 volte più grande!

	FasciaEtà					
	15-24	25-34	35-44	45-54	55-64	65+
Mortali	0,09%	0,12%	0,16%	0,19%	0,28%	0,92%
Non Mortali	99,91%	99,88%	99,84%	99,81%	99,72%	99,08%

Tabella 19 - Percentuale di infortuni mortali sul totale degli infortuni suddiviso per fascia di età. Piemonte, anni 2014-2018

Luogo di nascita dell'infortunato

In **Tabella 20** è rappresentato il numero di infortuni per continente di nascita e la percentuale sul totale. La maggior parte degli infortuni si riscontrano nei lavoratori nati in Italia, seguono quelli provenienti dall'Unione Europea (Italia esclusa), dal continente africano, da altri paesi europei (extra UE), dal continente americano, asiatico e dall'Oceania.

Area Geografica	Infortuni	% del Totale
Italia	137.650	85,58%
UE	7.786	4,84%
Africa	6.630	4,12%
Altri paesi europei	4.682	2,91%
America	2.817	1,75%
Asia	1.237	0,77%
Oceania	42	0,03%

Tabella 20 - Numero di infortuni suddiviso per regione di nascita dell'infortunato. Piemonte, anni 2014-2018

Nel grafico in **Figura 28** è mostrata la classifica dei primi dieci singoli Paesi. I dati sono rappresentati in scala logaritmica per evitare difficoltà di rappresentazione a causa della numerosità dei lavoratori italiani.

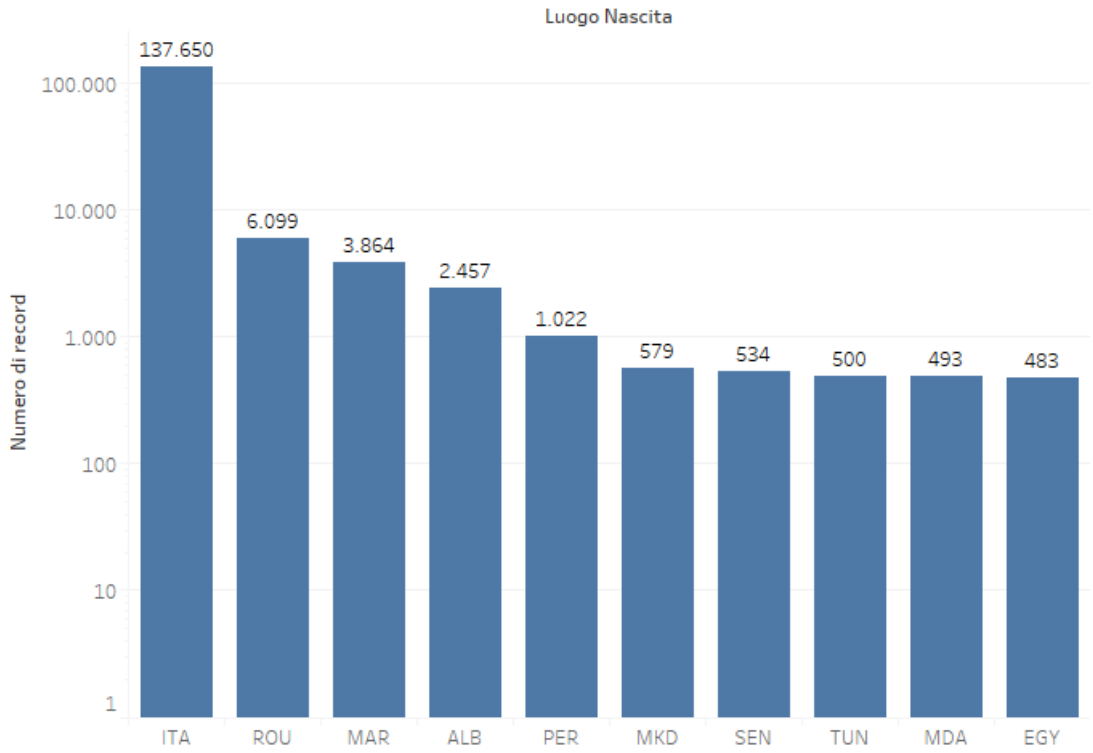


Figura 28 - Numero di infortuni per nazione di nascita dell'infortunato. Piemonte, anni 2014-2018

I paesi di provenienza dei lavoratori che hanno subito maggiori infortuni, dopo l'Italia, sono: Romania, Marocco, Albania, Perù, Macedonia del nord, Senegal, Tunisia, Moldavia ed Egitto (viene rappresentata solo una piccola parte in quanto i Paesi totali sono 142).

Confrontando la gravita degli infortuni per i lavoratori italiani (grafico a sinistra) con quella dei lavoratori stranieri (grafico a destra), notiamo come questi ultimi subiscano con impatto maggiore (**Figura 29**).

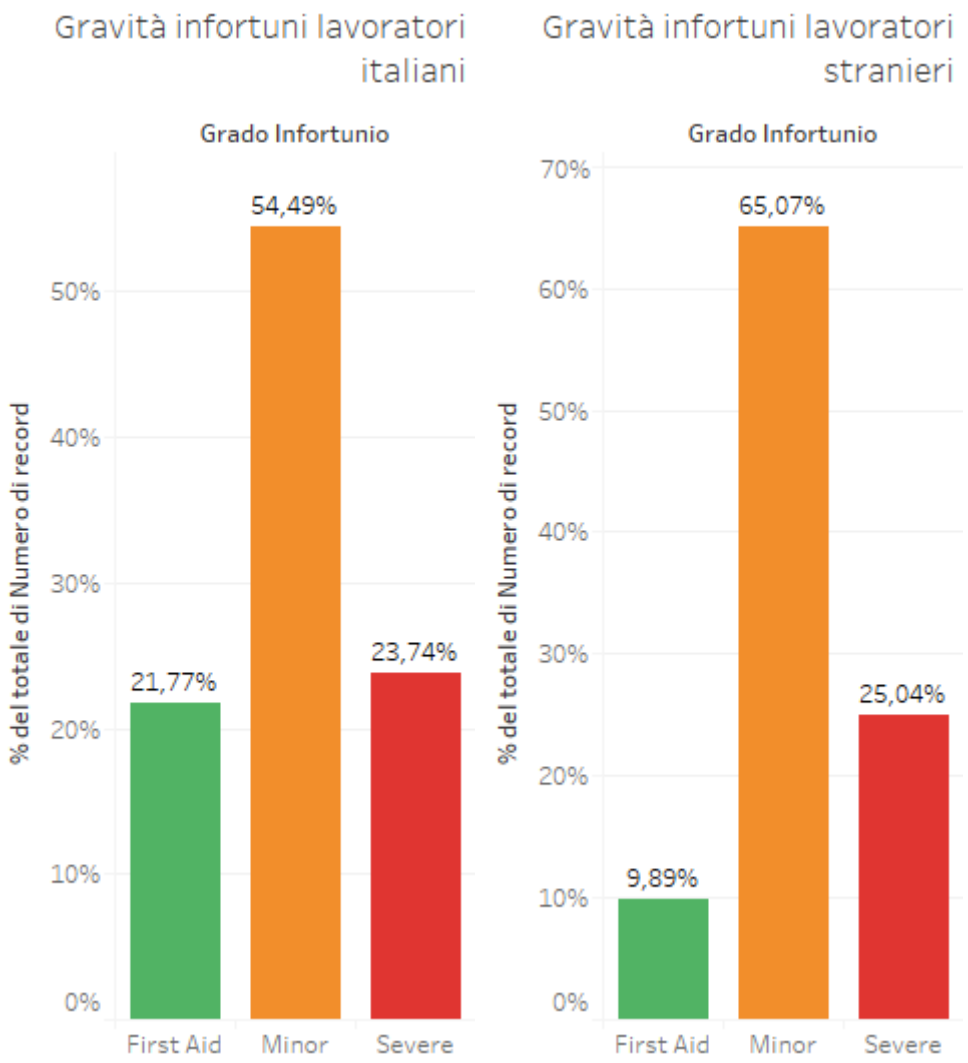


Figura 29 - Gravità degli infortuni per lavoratori italiani a sinistra, e lavoratori stranieri a destra. Piemonte, anni 2014-2018

Discorso identico per gli infortuni di tipo mortale. L'incidenza degli infortuni mortali sugli infortuni totali, per gli stranieri risulta più elevata rispetto a quella dei lavoratori italiani. Ciò potrebbe rappresentare un probabile segnale di precarie situazioni lavorative in cui spesso possono operare i primi.

Gli infortuni mortali occorsi a cittadini italiani sono stati 229 ed hanno inciso per lo 0,1666%; per i cittadini stranieri si sono registrati 48 infortuni mortali con un'incidenza dello 0,2074%. Per gli stranieri, più della metà degli infortuni mortali sono stati registrati nei lavoratori di nazionalità rumena, albanese e mauriziana (**Figura 30**).

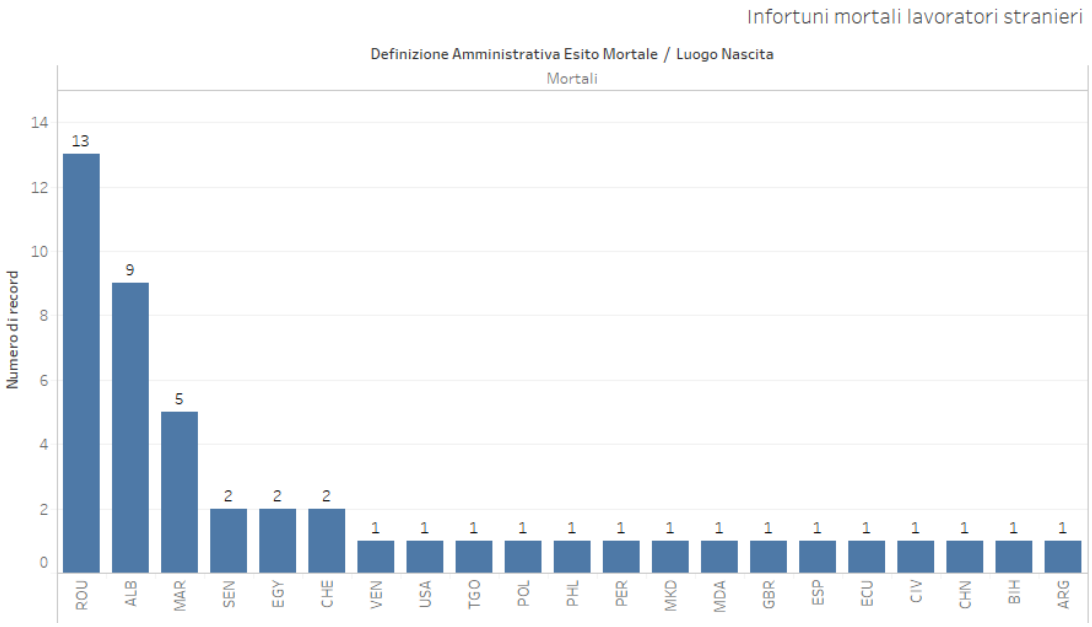


Figura 30 - Numero di infortuni mortali per nazionalità del lavoratore, Italia esclusa. Piemonte, anni 2014-2018

4. Applicazione dei modelli per il rischio operativo

Il rischio operativo è il rischio di subire perdite derivanti dall'inadeguatezza o dalla disfunzione di procedure, risorse umane e sistemi, oppure da eventi esogeni. A differenza delle altre tipologie di rischio, come il rischio di mercato o il rischio di credito, spesso affrontati in ottica di profitto, nello specifico per gli istituti bancari, il rischio operativo è una conseguenza naturale e in fondo inevitabile del funzionamento di una impresa considerata come organizzazione di fattori produttivi. Il Rischio Operativo è rappresentato dalla probabilità che l'attività finanziaria subisca delle oscillazioni di valore a causa di fattori non prevedibili, che scaturiscono nel corso della normale operatività di una banca. In generale, rientrano nella categoria dei rischi operativi:

1. tutti quei rischi legati ad incombenze legali e burocratiche che possono inficiare il buon fine di un'operazione finanziaria;
2. la possibilità di incorrere in frodi (interne o esterne alla banca) o irregolarità di esecuzione delle transazioni (clients, products, & business practice);
3. la perdita fisica dei beni sottostanti l'attività finanziaria oggetto di valutazione.[17]

L'efficacia della gestione del rischio operativo dipende fondamentalmente dalla solidità del metodo utilizzato per valutarlo, monitorarlo e controllarlo. Banche commerciali, di investimento, fondi pensione e compagnie assicurative, utilizzano giornalmente tecniche statistiche nella valutazione e gestione dei rischi di mercato e di credito e le stanno ampliando anche alla gestione del rischio operativo.

Il loro uso, infatti, può portare ad una maggiore consapevolezza dalle perdite giornaliere causate da questi eventi e, conseguentemente, ad una migliore allocazione delle risorse.

Il modello utilizzato per stimare questo tipo di perdite si basa sulla combinazione casuale di due informazioni: la probabilità del verificarsi di un evento (distribuzione

[17] Comitato di Basilea per la vigilanza bancaria (2003), Prassi corrette per la gestione e il controllo del rischio operativo, febbraio 2003.

di frequenza degli eventi), ed il danno effettivo del singolo evento (distribuzione delle perdite unitarie).

In questo lavoro di tesi si è scelto di considerare, in base ai dati disponibili, come tipo di rischio operativo, gli infortuni occorsi nel biennio 2017-2018, suddivisi per "*Grande Gruppo Tariffario*". L'orizzonte temporale adottato è una settimana, quindi, gli eventi rilevati, riguardano gli infortuni settimanali. Il software utilizzato per queste modellazioni è SAS.

4.1. Modelli di frequenza

Per il modello di frequenza si è utilizzata la procedura di SAS *COUNTREG*. La procedura COUNTREG analizza i modelli di regressione in cui la variabile dipendente assume numeri interi o valori non negativi.
La variabile dipendente è generalmente un conteggio, ovvero il numero di volte in cui si verifica un evento. Nel nostro caso il numero di infortuni settimanali su due anni per un definito *Grande Gruppo Tariffario*.
Lo scopo della procedura è cercare di modellare le frequenze degli eventi tramite delle distribuzioni discrete. Le distribuzioni teoriche più utilizzate sono la distribuzione di Poisson, la distribuzione Binomiale e la distribuzione Binomiale negativa.

- La distribuzione di Poisson è caratterizzata da un solo parametro, che ne rappresenta la media e la varianza. Data una distribuzione di Poisson con media pari a *x*, la probabilità che nell'unità di tempo si verifichino *n* eventi è:

$$p(n) = \frac{e^{-x} x^n}{n!}$$

- La distribuzione Binomiale è caratterizzata da due parametri, x che rappresenta il numero di successi ed N che rappresenta il numero di prove effettuate. La funzione di probabilità della distribuzione Binomiale è:

$$p(x) = \frac{N!}{x!(N-x)!} p^x (1-p)^x$$

- La distribuzione Binomiale negativa viene usata spesso in alternativa alla Poisson, in quanto è più flessibile di quest'ultima poiché possiede due parametri. La sua funzione di probabilità è:

$$p(x) = \binom{x+r-1}{r-1} p^x (1-p)^x$$

Che equivale alla probabilità che su $x + r - 1$ prove si verifichino $r - 1$ successi, $x + r - 1$ fallimenti e successo nella prova $x + r$.

La regola del "pollice" per scegliere la distribuzione da utilizzare per modellare gli eventi consiste nell'osservare la varianza campionaria. Si sceglie la distribuzione binomiale se la varianza è inferiore alla media, la distribuzione di Poisson se la varianza è uguale alla media e la distribuzione binomiale negativa nel caso sia maggiore alla media. Quindi, se osserviamo che la varianza campionaria è molto più grande della media campionaria la distribuzione binomiale negativa probabilmente è la scelta più accurata (Lewis, 2004).

Per scegliere la distribuzione più accurata per modellare gli eventi il software SAS fornisce due strumenti di valutazione: il *criterio d'informazione di Akaike (AIC)* ed il *criterio di informazione Bayesano (BIC)*. Questi due criteri[18] vengono utilizzati per confrontare tra di loro diversi modelli statistici. Nello specifico non si osserva il valore numerico assoluto, ma si sceglie il modello statistico che presenta i due valori più bassi. Valori piccoli di AIC e BIC stanno ad indicare modelli migliori. Ora saranno passati in rassegna tutti i modelli di frequenza per i 10 grandi gruppi tariffari.
Si ricorda che il *Grande Gruppo Tariffario* Inail è la classe di aggregazione di livello più alto delle voci delle quattro tariffe della gestione *industria e servizi* (industria,

[18] Maggiori approfondimenti sono lasciati al lettore.

artigianato, terziario, altre attività). Sono definite dieci classi di aggregazione, che aggregano le lavorazioni (voce) di ciascuna tariffa per comparti produttivi omogenei:

1 - lavorazioni agricole ed alimenti;

2 - chimica, carta e cuoi;

3 - costruzioni e impianti;

4 - energia e comunicazioni;

5 - legno e affini;

6 - metalli e macchinari;

7 - mineraria rocce e vetro;

8 - tessile e confezioni;

9 - trasporti e magazzini;

0 - attività varie.

Lavorazioni agricole ed alimenti

La distribuzione della frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 31**.

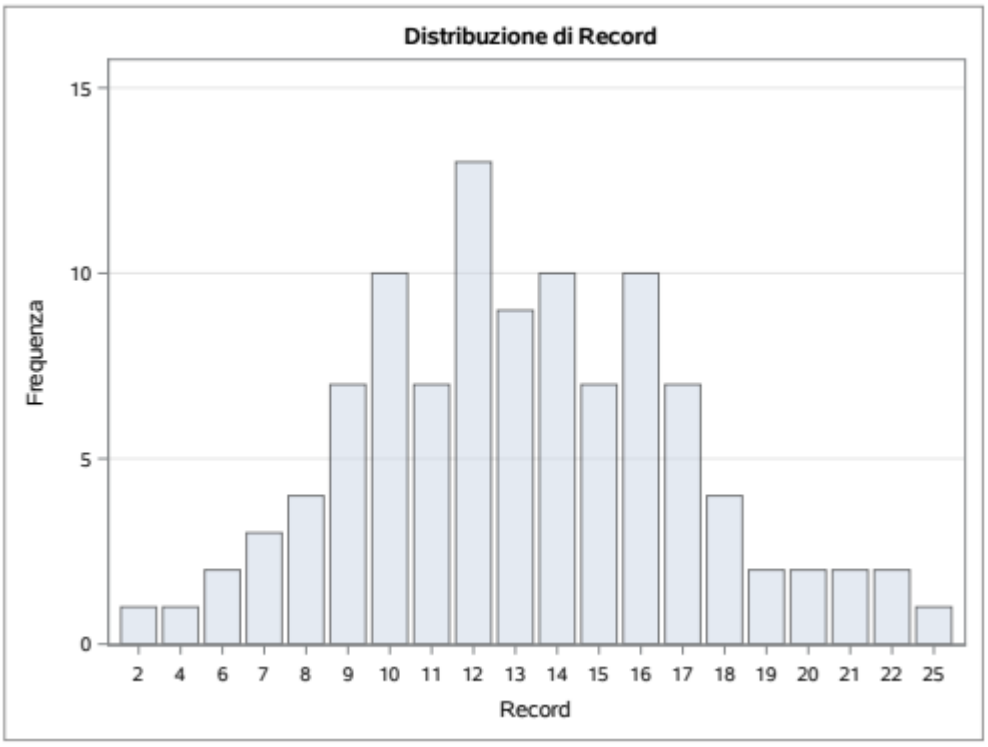


Figura 31 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Lavorazioni agricole ed alimenti"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Avendo quest'ultima, tuttavia, presentato un fit peggiore in accordo con gli indicatori AIC e BIC, è stata scelta quella di Poisson per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 32**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT6
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-294.57809
Gradiente assoluto massimo	2.8393E-10
Num. di iterazioni	3
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	591.15617
SBC	593.80056

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	2.577445	0.027027	95.37	<.0001

Figura 32 – Risultati della procedura COUNTREG per "Lavorazioni agricole ed alimenti"

Chimica, Carta e Cuoi

La distribuzione di frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 33**.

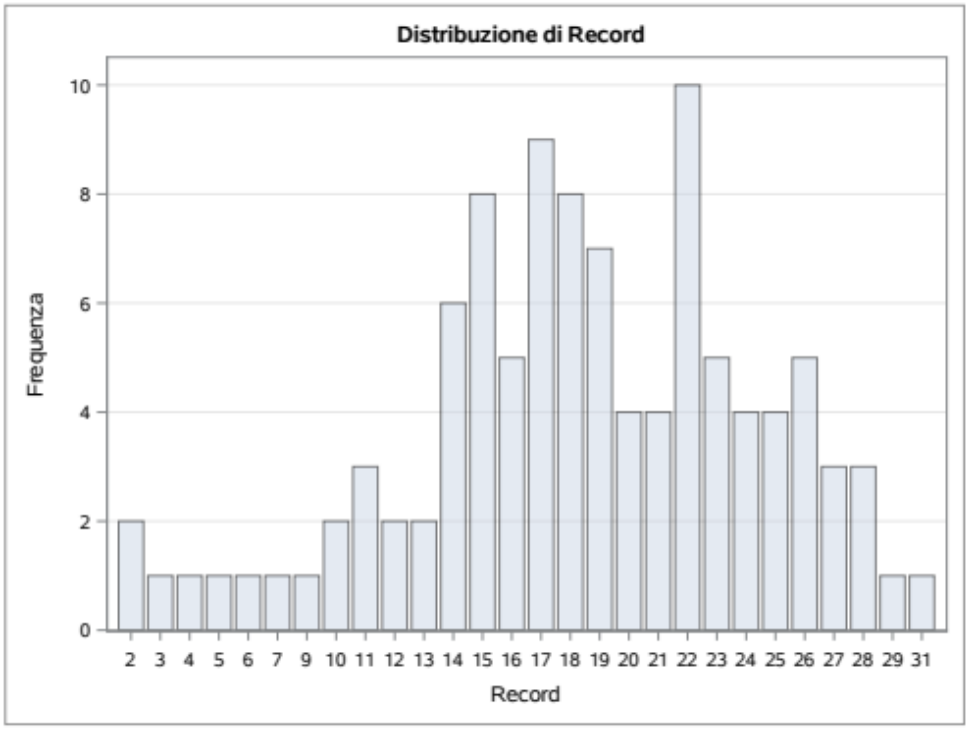


Figura 33 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Chimica, carta e cuoi"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Quest'ultima ha presentato un fit migliore in accordo con gli indicatori AIC e BIC, per questo è stata scelta come distribuzione per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 34**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT1
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-365.94735
Gradiente assoluto massimo	3.1514E-8
Num. di iterazioni	3
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	733.89471
SBC	736.53910

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	2.907846	0.022911	126.92	<.0001

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT
Modello	NegBin(p=2)
Log verosimiglianza	-345.44489
Gradiente assoluto massimo	1.25647E-6
Num. di iterazioni	12
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	694.88978
SBC	700.17856

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	2.907846	0.035349	82.26	<.0001
_Alpha	1	0.075358	0.019753	3.82	0.0001

Figura 34 - Risultati della procedura COUNTREG per "Chimica, carta e cuoi"

Costruzioni ed impianti

La distribuzione di frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 35**.

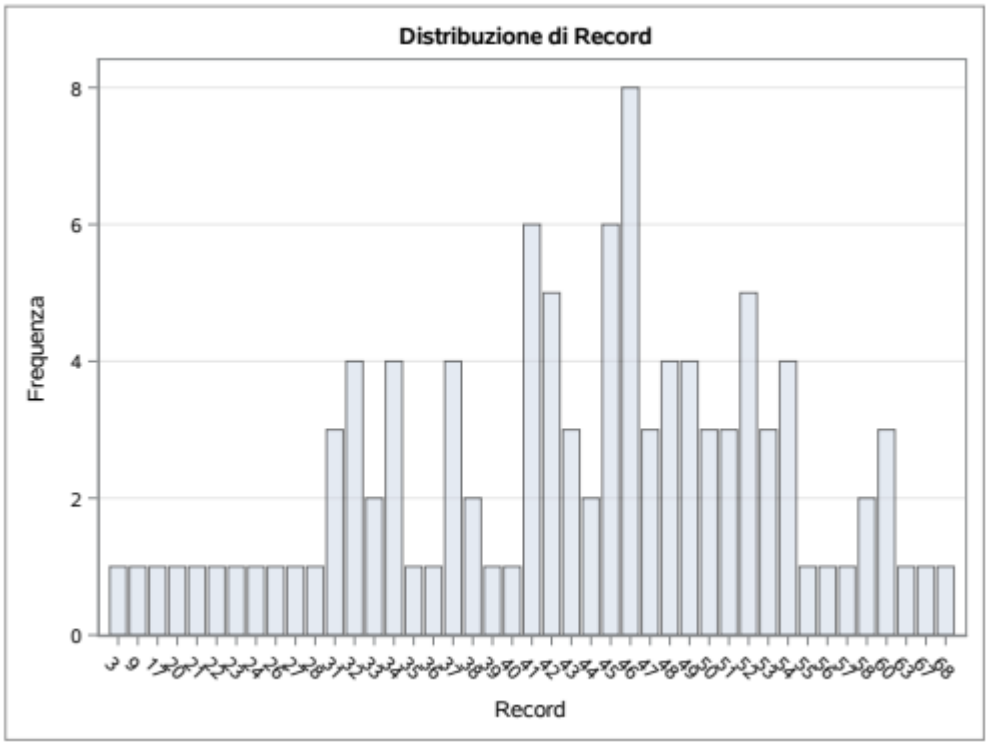


Figura 35 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Costruzioni ed impianti"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Quest'ultima ha presentato un fit migliore in accordo con gli indicatori AIC e BIC e per questo è stata scelta come distribuzione per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 36**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT2
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-471.04524
Gradiente assoluto massimo	2.25853E-9
Num. di iterazioni	3
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	944.09048
SBC	946.73487

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	3.757840	0.014979	250.88	<.0001

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT
Modello	NegBin(p=2)
Log verosimiglianza	-413.33500
Gradiente assoluto massimo	5.15535E-6
Num. di iterazioni	12
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	830.66999
SBC	835.95877

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	3.757840	0.028995	129.60	<.0001
_Alpha	1	0.064099	0.012974	4.94	<.0001

Figura 36 - Risultati della procedura COUNTREG per "Costruzioni ed impianti"

Energia e comunicazioni

La distribuzione di frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 37**.

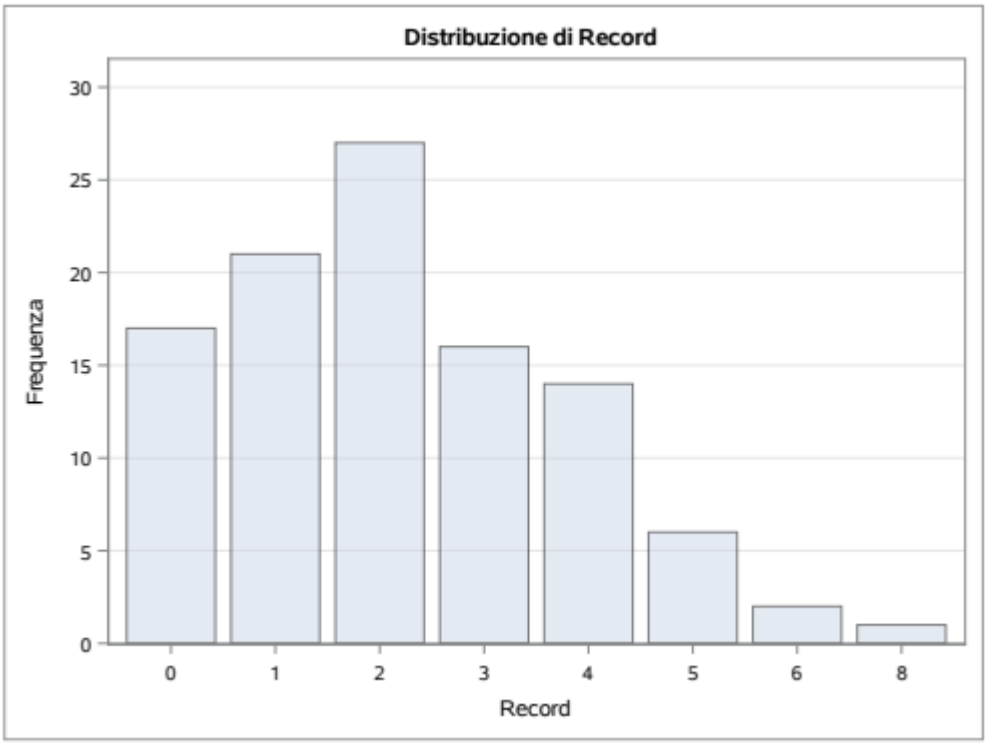


Figura 37 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Energia e comunicazione"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Quest'ultima ha presentato un fit peggiore in accordo con gli indicatori AIC e BIC e per questo è stata scelta quella di Poisson per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 38**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT5
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-192.60711
Gradiente assoluto massimo	4.14884E-8
Num. di iterazioni	4
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	387.21422
SBC	389.85861

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	0.789331	0.066082	11.94	<.0001

Figura 38 - Risultati della procedura COUNTREG per "Energia e comunicazione"

Legno e affini

La distribuzione di frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 39**.

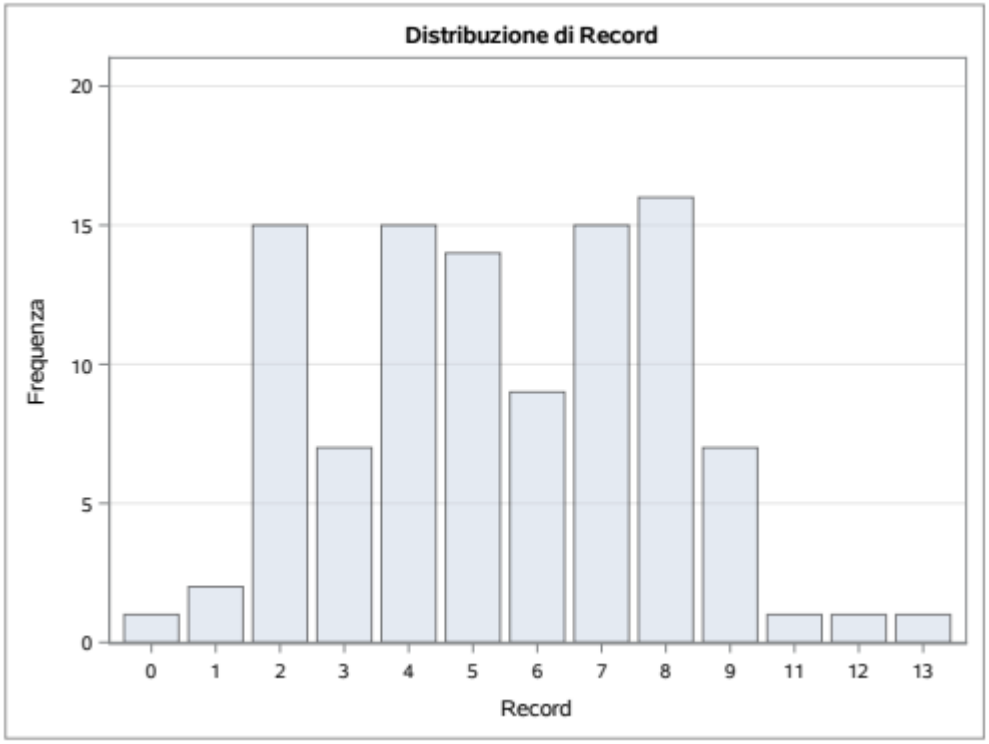


Figura 39 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Legno e affini"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Quest'ultima ha presentato un fit peggiore in accordo con gli indicatori AIC e BIC, e per questo è stata scelta quella di Poisson per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 40**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT7
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-246.04448
Gradiente assoluto massimo	4.95693E-7
Num. di iterazioni	3
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	494.08895
SBC	496.73334

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	**DF**	**Stima**	**Errore standard**	**Valore t**	**Pr appross > |t|**
Intercept	1	1.699490	0.041922	40.54	<.0001

Figura 40 - Risultati della procedura COUNTREG per "Legno e affini"

Metalli e macchinari

La distribuzione di frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 41**.

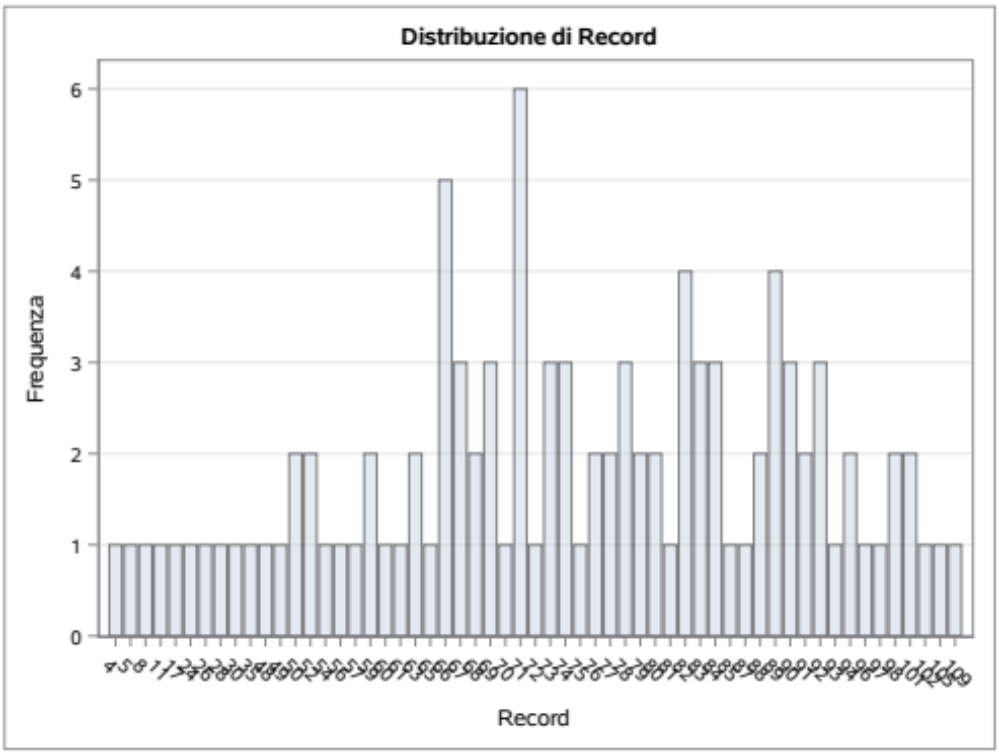


Figura 41 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Metalli e macchinari"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Quest'ultima ha presentato un fit migliore in accordo con gli indicatori AIC e BIC, per questo è stata scelta come distribuzione per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 42**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT8
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-761.58807
Gradiente assoluto massimo	4.60641E-7
Num. di iterazioni	3
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	1525
SBC	1528

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	4.269159	0.011600	368.04	<.0001

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT
Modello	NegBin(p=2)
Log verosimiglianza	-494.38089
Gradiente assoluto massimo	3.79437E-6
Num. di iterazioni	7
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	992.76179
SBC	998.05057

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	4.269159	0.039452	108.21	<.0001
_Alpha	1	0.147877	0.023603	6.27	<.0001

Figura 42 - Risultati della procedura COUNTREG per "Metalli e macchinari"

Mineraria, rocce e vetro

La distribuzione di frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 43**.

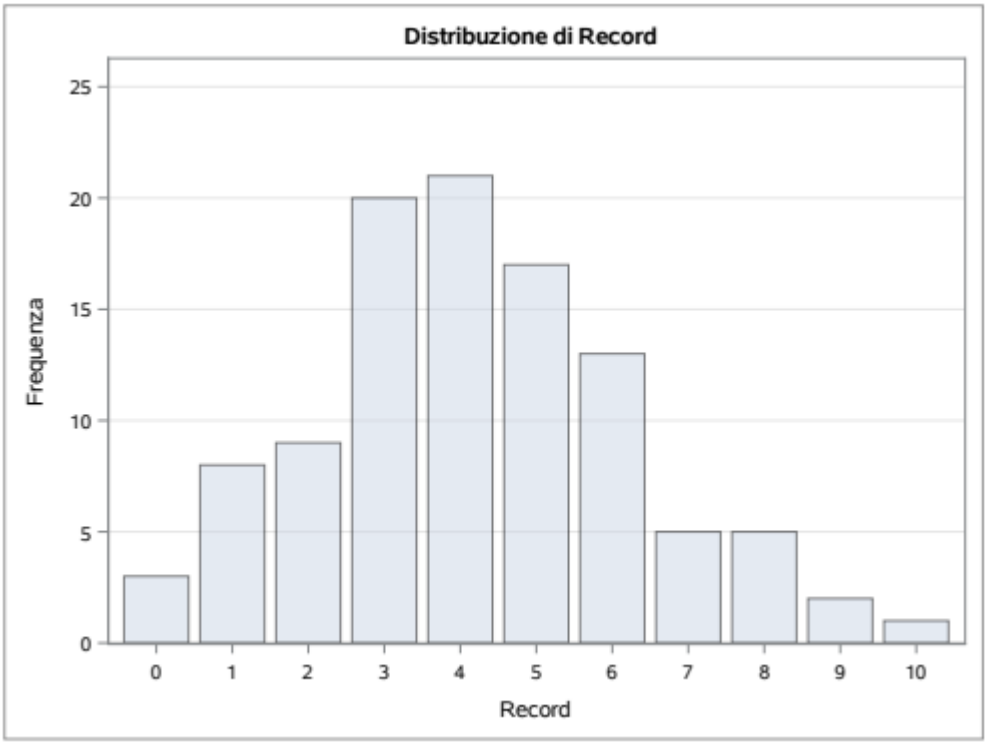


Figura 43 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Mineraria, rocce e vetro"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Quest'ultima ha presentato un fit peggiore in accordo con gli indicatori AIC e BIC, per questo è stata scelta quella di Poisson per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 44**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT9
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-223.18957
Gradiente assoluto massimo	3.54647E-6
Num. di iterazioni	3
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	448.37915
SBC	451.02354

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	1.433251	0.047891	29.93	<.0001

Figura 44 - Risultati della procedura COUNTREG per "Mineraria rocce e vetro"

Tessile e confezioni

La distribuzione di frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 45**.

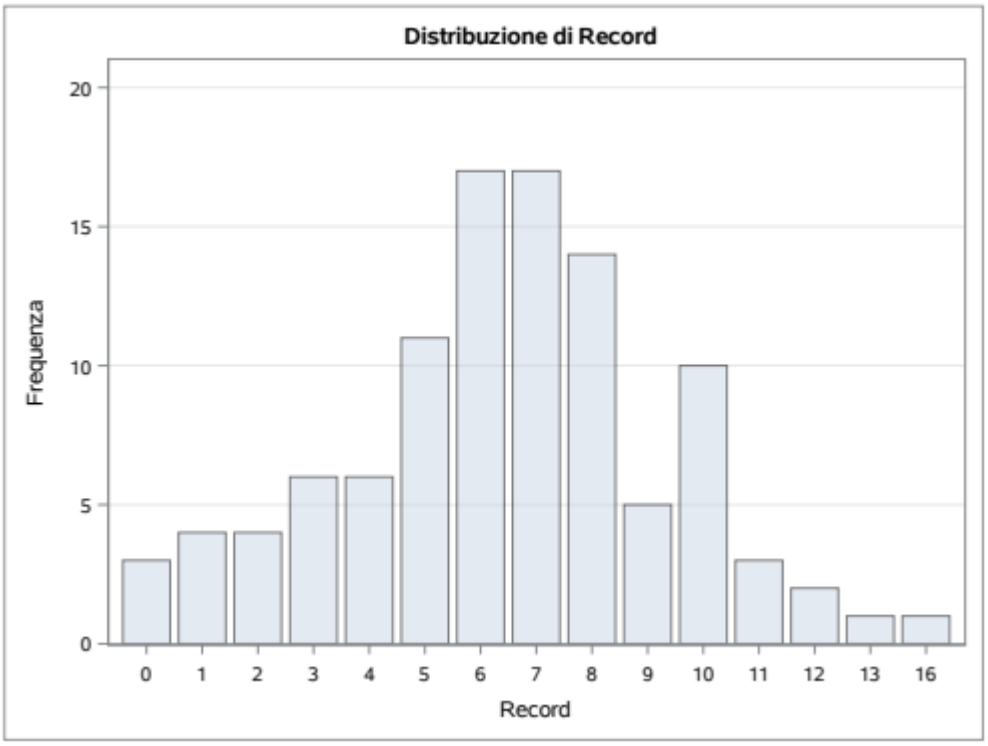


Figura 45 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Tessile e confezioni"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Quest'ultima ha presentato un fit migliore in accordo con gli indicatori AIC e BIC, per questo è stata scelta come distribuzione per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 46**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT11
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-267.52244
Gradiente assoluto massimo	2.28343E-6
Num. di iterazioni	4
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	537.04488
SBC	539.68927

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	1.867354	0.038547	48.44	<.0001

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT
Modello	NegBin(p=2)
Log verosimiglianza	-264.42023
Gradiente assoluto massimo	3.00126E-6
Num. di iterazioni	11
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	532.84045
SBC	538.12923

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	1.867354	0.046153	40.46	<.0001
_Alpha	1	0.066996	0.034054	1.97	0.0491

Figura 46 - Risultati della procedura COUNTREG per "Tessile e confezioni"

Trasporti e magazzini

La distribuzione di frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 47**.

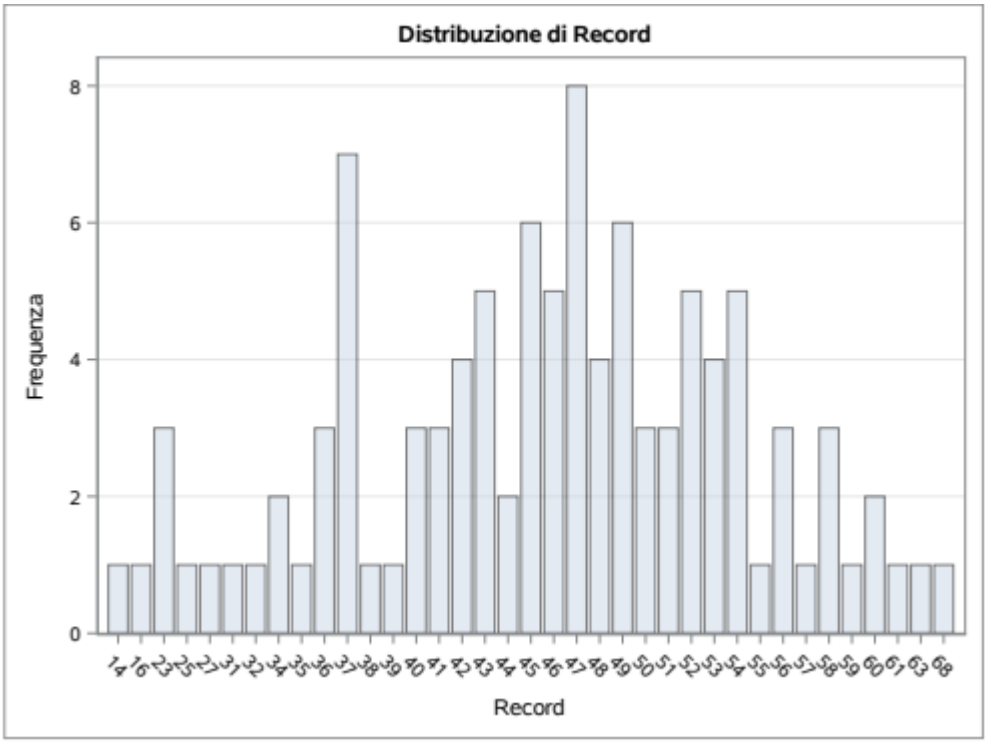


Figura 47 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Trasporti e magazzini"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Quest'ultima ha presentato un fit migliore in accordo con gli indicatori AIC e BIC, per questo è stata scelta come distribuzione per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 48**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT3
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-410.73484
Gradiente assoluto massimo	9.0949E-12
Num. di iterazioni	3
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	823.46968
SBC	826.11407

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	3.812415	0.014576	261.56	<.0001

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT
Modello	NegBin(p=2)
Log verosimiglianza	-390.31195
Gradiente assoluto massimo	2.46181E-6
Num. di iterazioni	7
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	784.62390
SBC	789.91268

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	3.812415	0.022038	172.99	<.0001
_Alpha	1	0.028414	0.007370	3.86	0.0001

Figura 48 - Risultati della procedura COUNTREG per "Trasporti e magazzini"

Attività varie

La distribuzione di frequenza del numero di infortuni per il periodo scelto è mostrata in **Figura 49**.

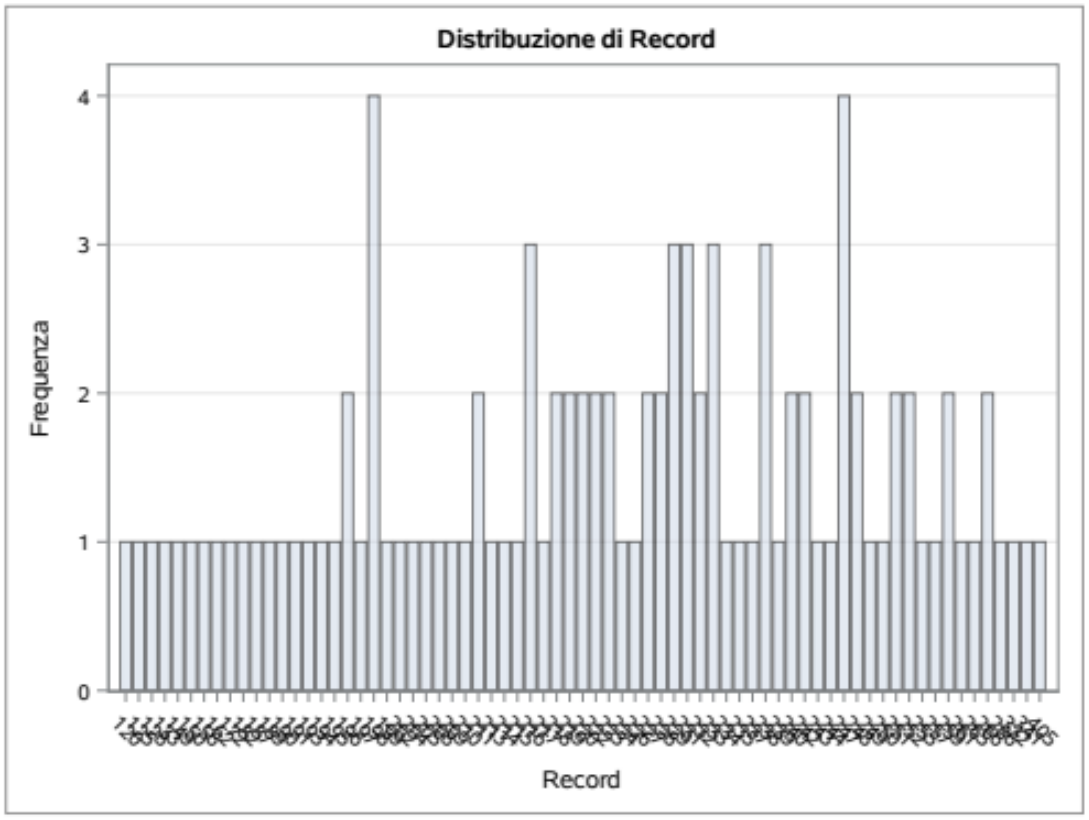


Figura 49 - Distribuzione della frequenza del numero di infortuni per "Attività varie"

Per l'utilizzo della procedura COUNTREG è stata inizialmente utilizzata una distribuzione di Poisson, confrontata in seguito con una Binomiale negativa. Quest'ultima ha presentato un fit migliore in accordo con gli indicatori AIC e BIC, per questo è stata scelta come distribuzione per modellare la frequenza degli eventi. I risultati del modello sono presenti in **Figura 50**.

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT
Modello	Poisson
Log verosimiglianza	-738.36257
Gradiente assoluto massimo	0.0000219
Num. di iterazioni	3
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	1479
SBC	1481

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	5.408421	0.006562	824.16	<.0001

La procedura COUNTREG

Riepilogo della stima del modello	
Variabile dipendente	Record
Num. di osservazioni	104
Data set	WORK.IMPORT
Modello	NegBin(p=2)
Log verosimiglianza	-529.57789
Gradiente assoluto massimo	1.90171E-6
Num. di iterazioni	6
Metodo di ottimizzazione	Newton-Raphson
AIC	1063
SBC	1068

Algoritmo con convergenza.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Intercept	1	5.408421	0.017420	310.48	<.0001
_Alpha	1	0.027079	0.004385	6.18	<.0001

Figura 50 - Risultati della procedura COUNTREG per "Attività varie"

4.2.Distribuzione dei valori delle perdite

Per modellare le perdite si è utilizzata la procedura di SAS chiamata *SEVERITY*. La procedura *SEVERITY* stima i parametri di qualsiasi distribuzione di probabilità continua utilizzata per modellare l'entità (gravità) di un evento di interesse a valore continuo. Ad esempio, si utilizza per stimare gli importi delle perdite pagati da una compagnia assicurativa o la domanda di un prodotto in base alle sue vendite. In questo caso specifico saranno modellati i *Giorni Indennizzati* del biennio 2017-2018, con orizzonte settimanale e suddivisi per *Grande Gruppo Tariffario*, come per i modelli di frequenza. L'utilizzo della variabile *Giorni Indennizzati* invece di un valore economico, come solitamente si usa fare in questi modelli, è dovuto all'assenza di dati puntuali sul valore economico di un giorno indennizzato al lavoratore. Un giorno di assenza lavorativa, per infortunio, viene pagato in prima battuta dal datore di lavoro e poi dall'INAIL. Solitamente le cifre erogate si basano su una quota dello stipendio del lavoratore infortunato, a cui vanno aggiunte determinate somme in base a vari fattori: natura e gravità dell'infortunio, gruppo tariffario di riferimento, etc. Per evitare quindi distorsioni dovute all'approssimazione di queste cifre si è mantenuto, come indicatore di gravità degli infortuni, il valore dei *Giorni Indennizzati* in una settimana.

Per la distribuzione delle perdite di frequenza si utilizzano distribuzioni continue.

Le distribuzioni statistiche sono molto diverse a seconda che si stiano considerando eventi HFLI (High Frequency, Low Impact) o LFHI (Low Frequency, High Impact): i primi sono eventi che accadono con una certa frequenza, ma hanno un impatto economico modesto, mentre i secondi sono eventi rari, ma che quando si verificano hanno effetti assai rilevanti. Gli eventi LFHI hanno distribuzioni asimmetriche, mentre gli altri hanno distribuzioni più prossime a quella normale (Varetto). Le distribuzioni teoriche continue di riferimento per la modellazione di distribuzioni di frequenza asimmetriche sono elencate in **Tabella 21**.

La stima dei parametri delle distribuzioni può avvenire con:

1. Metodo dei momenti = i primi n momenti (ad esempio media e varianza) della distribuzione teorica sono posti uguali ai momenti della distribuzione di frequenza.

2. Percentile matching = n percentili della distribuzione teorica vengono posti uguali ai corrispondenti percentili della distribuzione di frequenza.
3. Massima verosimiglianza = individuazione dei valori dei parametri della distribuzione teorica che rende massima la probabilità di osservare la distribuzione di frequenza.

La scelta della distribuzione più appropriata è decisa in base alla migliore capacità di sovrapposizione tra quella teorica e quella empirica (Varetto).

Name	Distribution	Parameters	PDF (f) and CDF (F)
BURR	Burr	$\theta > 0, \alpha > 0,$ $\gamma > 0$	$f(x) = \frac{\alpha\gamma z^{\gamma}}{x(1+z^{\gamma})^{(\alpha+1)}}$ $F(x) = 1 - \left(\frac{1}{1+z^{\gamma}}\right)^{\alpha}$
EXP	Exponential	$\theta > 0$	$f(x) = \frac{1}{\theta}e^{-z}$ $F(x) = 1 - e^{-z}$
GAMMA	Gamma	$\theta > 0, \alpha > 0$	$f(x) = \frac{z^{\alpha}e^{-z}}{x\Gamma(\alpha)}$ $F(x) = \frac{\gamma(\alpha,z)}{\Gamma(\alpha)}$
GPD	Generalized Pareto	$\theta > 0, \xi > 0$	$f(x) = \frac{1}{\theta}(1+\xi z)^{-1-1/\xi}$ $F(x) = 1 - (1+\xi z)^{-1/\xi}$
IGAUSS	Inverse Gaussian (Wald)	$\theta > 0, \alpha > 0$	$f(x) = \frac{1}{\theta}\sqrt{\frac{\alpha}{2\pi z^3}}\, e^{\frac{-\alpha(z-1)^2}{2z}}$ $F(x) = \Phi\left((z-1)\sqrt{\frac{\alpha}{z}}\right) +$ $\Phi\left(-(z+1)\sqrt{\frac{\alpha}{z}}\right)\, e^{2\alpha}$
LOGN	Lognormal	μ (no bounds), $\sigma > 0$	$f(x) = \frac{1}{x\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\log(x)-\mu}{\sigma}\right)^2}$ $F(x) = \Phi\left(\frac{\log(x)-\mu}{\sigma}\right)$
PARETO	Pareto	$\theta > 0, \alpha > 0$	$f(x) = \frac{\alpha\theta^{\alpha}}{(x+\theta)^{\alpha+1}}$ $F(x) = 1 - \left(\frac{\theta}{x+\theta}\right)^{\alpha}$
TWEEDIE	Tweedie[6]	$p > 1, \mu > 0,$ $\phi > 0$	$f(x) = a(x,\phi)\exp\left[\frac{1}{\phi}\left(\frac{x\mu^{1-p}}{1-p} - \kappa(\mu,p)\right)\right]$ $F(x) = \int_0^x f(t)dt$
STWEEDIE	Scaled Tweedie[6]	$\theta > 0, \lambda > 0,$ $1 < p < 2$	$f(x) = a(x,\theta,\lambda,p)\exp\left(-\frac{x}{\theta} - \lambda\right)$ $F(x) = \int_0^x f(t)dt$
WEIBULL	Weibull	$\theta > 0, \tau > 0$	$f(x) = \frac{1}{x}\tau z^{\tau}e^{-z^{\tau}}$ $F(x) = 1 - e^{-z^{\tau}}$

Notes:
1. $z = x/\theta$, wherever z is used.
2. θ denotes the scale parameter for all the distributions. For LOGN, $\log(\theta) = \mu$.
3. Parameters are listed in the order in which they are defined in the distribution model.
4. $\gamma(a,b) = \int_0^b t^{a-1}e^{-t}dt$ is the lower incomplete gamma function.
5. $\Phi(y) = \frac{1}{2}\left(1 + \text{erf}\left(\frac{y}{\sqrt{2}}\right)\right)$ is the standard normal CDF.

Tabella 21 - [f(x)= funzione di densità, F(x)= funzione di ripartizione]

Le distribuzioni utilizzate sono tutte inizializzate utilizzando il metodo dei momenti, ad eccezione della distribuzione Gamma e della distribuzione Weibull: per la distribuzione Gamma viene utilizzata la massima verosimiglianza, per la Weibull viene utilizzato il metodo del Percentile Matching.

Si anticipa che le distribuzioni dei Giorni Indennizzati per i singoli Gruppi Tariffari analizzati sono state tutte modellate con le distribuzioni di Pareto, GPD e Lognormale. Queste, infatti, sono le distribuzioni che meglio si adattano ai dati sugli infortuni a grazie alla loro "coda" destra molto prolungata.

- Log-normale: i parametri sono inizializzati con il metodo dei momenti. Il k-esimo momento della distribuzione lognormale è:

$$E[X^k] = \exp\left(k\mu + \frac{k^2\sigma^2}{2}\right)$$

Risolvendo $E[X] = m_1$ e $E[X^2] = m_2$ si ottengono i seguenti valori iniziali:

$$\hat{\mu} = 2\log(m1) - \frac{\log(m2)}{2}, \quad \hat{\sigma} = \sqrt{\log(m2) - 2\log(m1)}$$

- Pareto: anche per questa distribuzione i parametri sono inizializzati con il metodo dei momenti. Il k-esimo momento della distribuzione di Pareto è:

$$E[X^k] = \frac{\theta^k \Gamma(k+1)\Gamma(\alpha - k)}{\Gamma(\alpha)}, -1 < k < \alpha$$

Risolvendo $E[X] = m_1$ e $E[X^2] = m_2$ si ottengono i seguenti valori iniziali:

$$\hat{\theta} = \frac{m_1 m_2}{m_2 - 2m_1^2}, \quad \hat{\alpha} = \frac{2(m_2 - m_1^2)}{m_2 - 2m_1^2}$$

Se $m_2 - m_1^2 < \epsilon$ oppure $m_2 - 2m_1^2 < \epsilon$, i parametri sono inizializzati in questo modo:

$$\hat{\theta} = m_1, \quad \hat{\alpha} = 2$$

- GPD: anche per questa distribuzione i parametri sono inizializzati con il metodo dei momenti. Nel caso in cui $\xi > 0$ la funzione di distribuzione cumulativa della GPD è:

$$F(x) = 1 - \left(1 + \frac{\xi x}{\theta}\right)^{-1/\xi}$$
$$= 1 - \left(\frac{\theta/\xi}{x + \theta/\xi}\right)^{1/\xi}$$

Ciò equivale a una distribuzione di Pareto con parametro di scala $\theta_1 = \theta/\xi$ e parametro di forma $\alpha = 1/\xi$. Utilizzando questa relazione, il metodo di inizializzazione dei parametri utilizzato per la distribuzione PARETO viene utilizzato per ottenere i seguenti valori iniziali per i parametri della distribuzione GPD:

$$\hat{\theta} = \frac{m_1 m_2}{2(m_2 - m_1^2)}, \quad \hat{\xi} = \frac{m_2 - 2m_1^2}{2(m_2 - m_1^2)}$$

Se $m_2 - m_1^2 < \epsilon$ oppure $m_2 - 2m_1^2 < \epsilon$, i parametri sono inizializzati in questo modo:

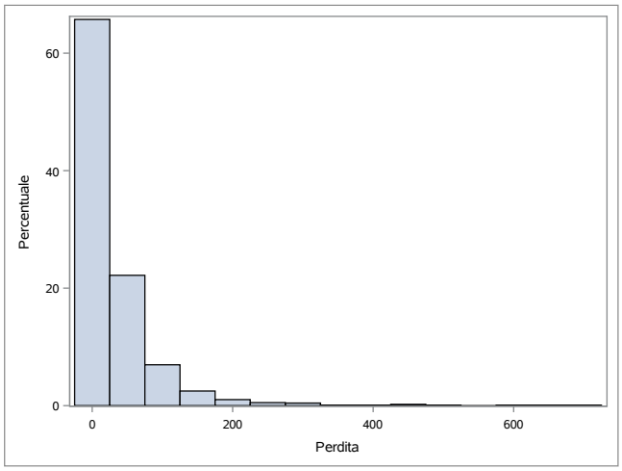
$$\hat{\theta} = \frac{m_1}{2}, \quad \hat{\xi} = \frac{1}{2}$$

Ora saranno elencati i modelli con i parametri stimati per i singoli gruppi tariffari. Si precisa che per tutti i Grandi Gruppo Tariffari sono state testate tutte le distribuzioni disponibili[19]. Quelle presentate in seguito saranno solo le distribuzioni che modellano al meglio i dati reali. Essendo la distribuzione delle perdite alquanto simile tra i vari gruppi, per alcuni saranno presentati solo i risultati. Si fa presente che per i primi gruppi tariffari saranno presentati tutti i grafici di probabilità e di ripartizione della distribuzione. Per i restanti gruppi tariffari, per brevità, saranno presentati solo i parametri stimati e le statistiche descrittive.

[19] Risulta palese, dall'osservazione della distribuzione di frequenza delle perdite, che determinate distribuzioni sarebbero state inutili per modellazione.

Lavorazioni agricole ed alimenti

La distribuzione dell'entità delle "perdite", in Giorni Indennizzati, per il periodo scelto è mostrata nel grafico in **Figura 51**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello.



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	1366
Osservazioni usate per la stima	1366
Minimo	0
Massimo	702
Media	33.915080527
Deviazione standard	59.109571994

Figura 51 – Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

Alla distribuzione delle perdite di questo *Grande Gruppo Tariffario* sono stati applicati i modelli di distribuzione lognormale, Pareto, GPD ed esponenziale, al fine di valutare quale modello si adattasse meglio ai dati reali. Nell'immagine sottostante (**Figura 52**) viene mostrata come le singole distribuzioni si adattano ai dati reali per determinati valori di percentili.

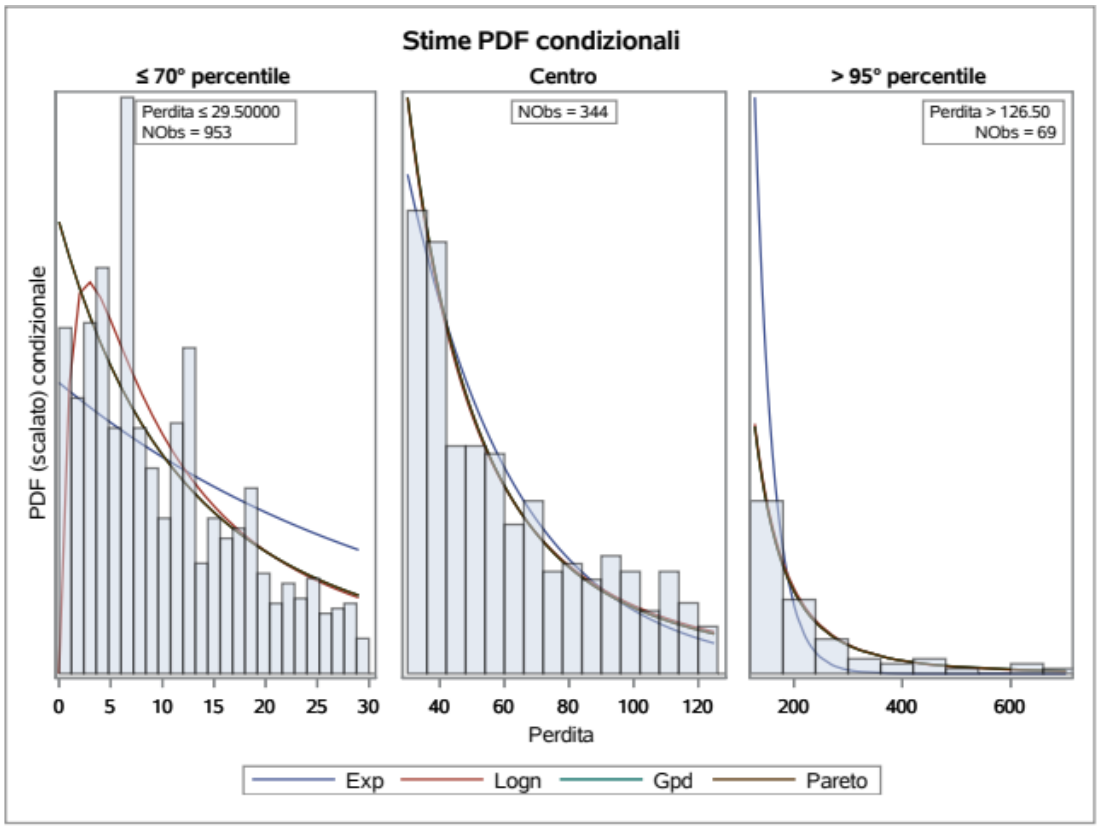


Figura 52 – Adattamento delle singole funzioni di densità di probabilità alla distribuzione dell'entità delle perdite

La distribuzione che modella meglio le perdite è la distribuzione GPD (o anche Pareto) da notare, che in questo caso, gli indicatori di bonta per le due distribuzioni coincidono.

Tutte le statistiche di bontà del modello														
Distribuzione	-2 log verosimiglianza		AIC		AICC		BIC		KS		AD		CvM	
Exp	12359		12361		12361		12366		6.64713		139.24696		18.29615	
Logn	17949		17953		17953		17963		1.68711	*	53.76789		1.09225	
Gpd	12007	*	12011	*	12011	*	12022	*	2.05823		48.43089		0.58597	
Pareto	12007		12011		12011		12022		2.05823		48.43089	*	0.58597	*
Note: The asterisk (*) marks the best model according to each column's criterion.														

I parametri stimati dal modello sono quelli presenti in **Tabella 22**, nella **Figura 53** invece sono presenti i diagrammi P-P e Q-Q ed il grafico di comparazione tra la funzione di ripartizione empirica e la funzione di ripartizione teorica della distribuzione GPD.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Theta	1	18.23458	0.85856	21.24	<.0001
Xi	1	0.49175	0.04076	12.07	<.0001

Tabella 22 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

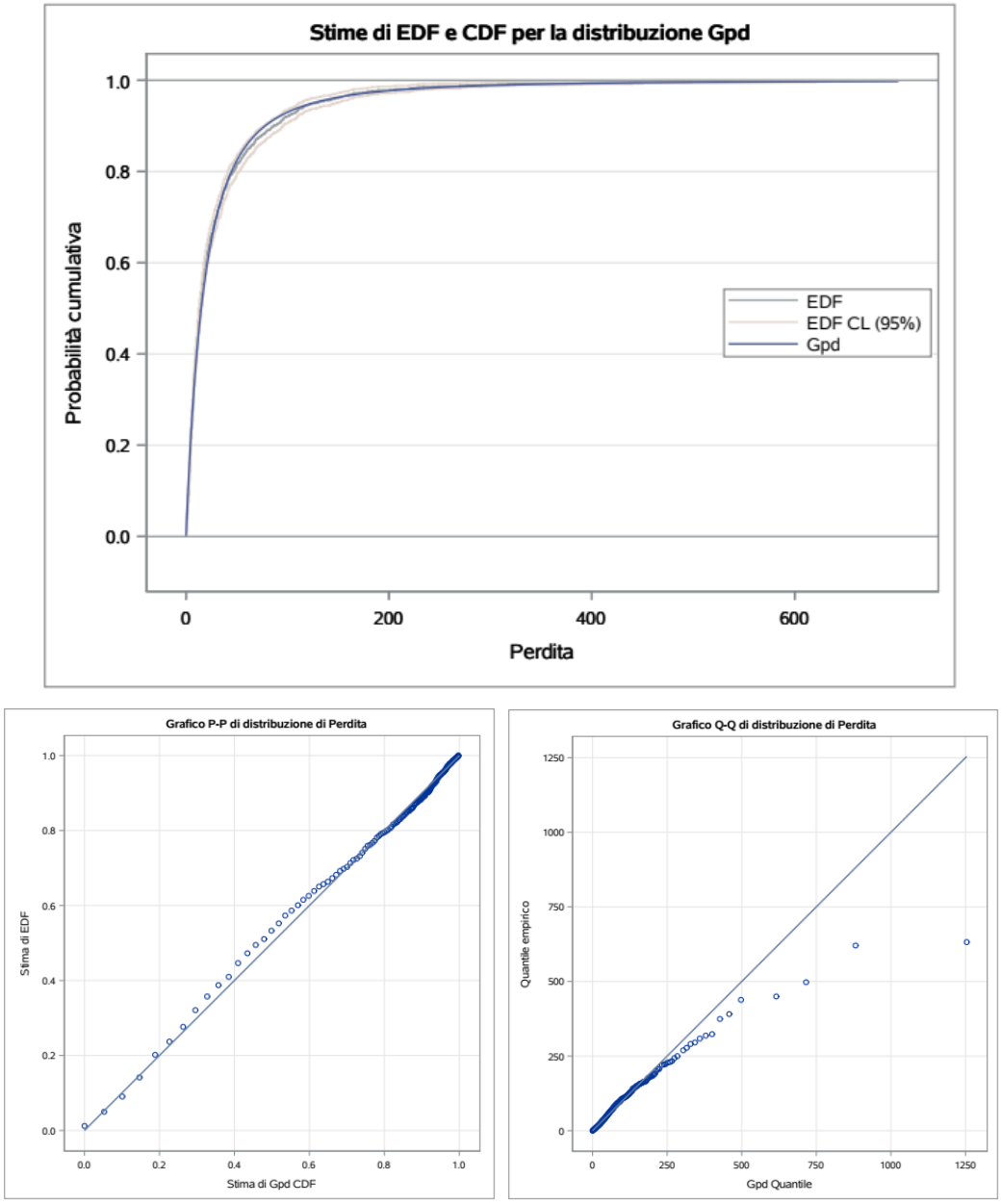
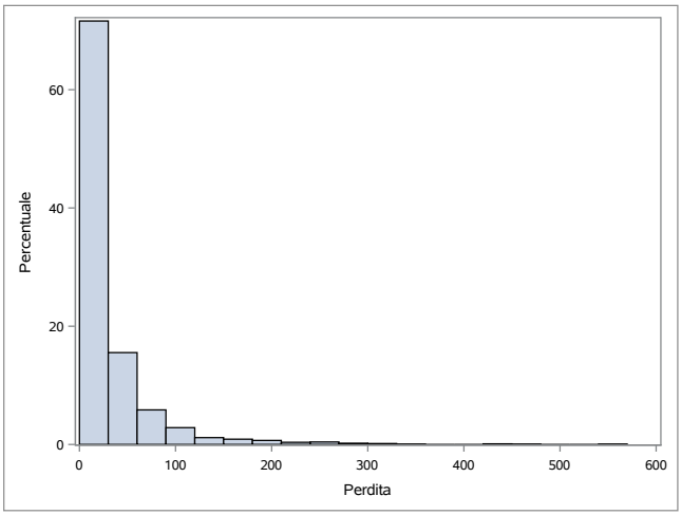


Figura 53 - Grafici di probabilità PP, QQ e ripartizione di distribuzione

Chimica, carta e cuoi

La distribuzione dell'entità delle perdite del gruppo "Chimica, carta e cuoi", è mostrata nel grafico in **Figura 54**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello.



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	1899
Osservazioni usate per la stima	1899
Minimo	0
Massimo	567
Media	30.048446551
Deviazione standard	46.508616325

Figura 54 - Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

Alla distribuzione delle perdite di questo *Grande Gruppo Tariffario* sono stati applicati i modelli di distribuzione lognormale, Pareto, GPD ed esponenziale, al fine di valutare quale modello si adattasse meglio ai dati reali. Nell'immagine sottostante (**Figura 55**) viene mostrata come le singole distribuzioni si adattano ai dati reali per determinati valori di percentili.

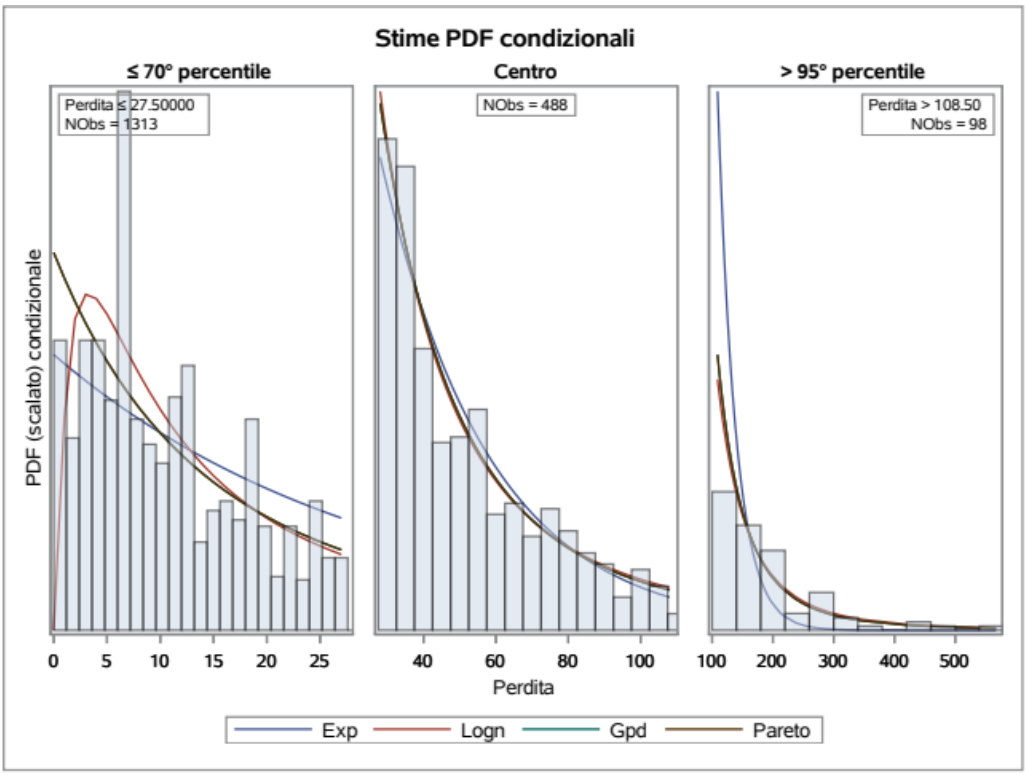


Figura 55 - Fit delle singole funzioni di densità di probabilità alla distribuzione dell'entità delle perdite

La distribuzione che modella meglio le perdite è la distribuzione GPD (o anche Pareto) da notare, che in questo caso, gli indicatori di bonta per le due distribuzioni coincidono.

Tutte le statistiche di bontà del modello														
Distribuzione	-2 log verosimiglianza		AIC		AICC		BIC		KS		AD		CvM	
Exp	16722		16724		16724		16729		5.78400		123.36349		14.36696	
Logn	22341		22345		22345		22356		1.48631	*	60.16501		0.79721	
Gpd	16425		16429		16429		16441		2.62060		54.27061		0.54322	
Pareto	16425	*	16429	*	16429	*	16441	*	2.62060		54.27061	*	0.54322	*
Note: The asterisk (*) marks the best model according to each column's criterion.														

I parametri stimati dal modello sono quelli presenti in **Tabella 23**, nella **Figura 56** invece sono presenti i diagrammi P-P e Q-Q ed il grafico di comparazione tra la funzione di ripartizione empirica e la funzione di ripartizione teorica della distribuzione GPD.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Theta	1	19.25294	0.72131	26.69	<.0001
Xi	1	0.36710	0.03078	11.93	<.0001

Tabella 23 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

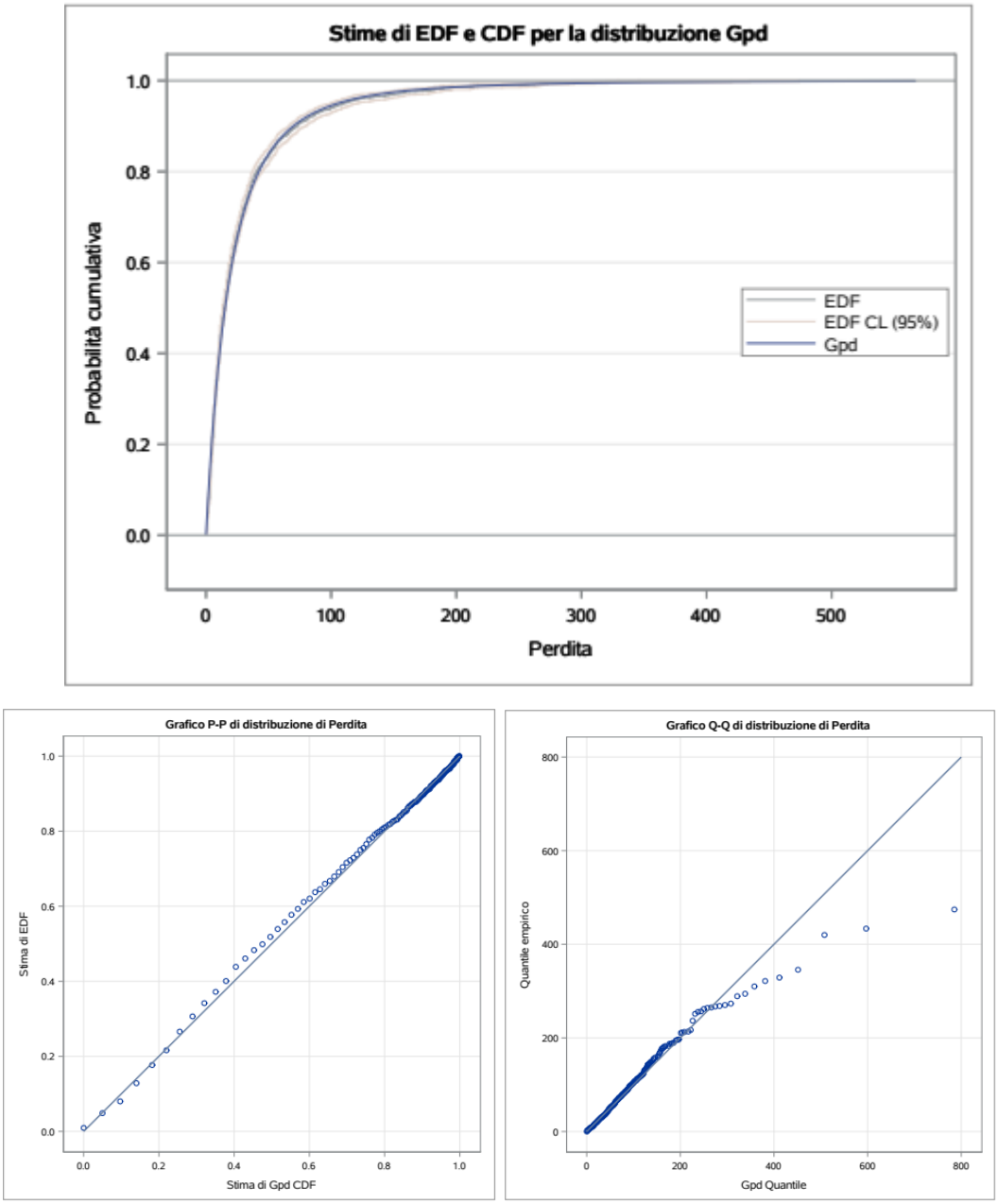
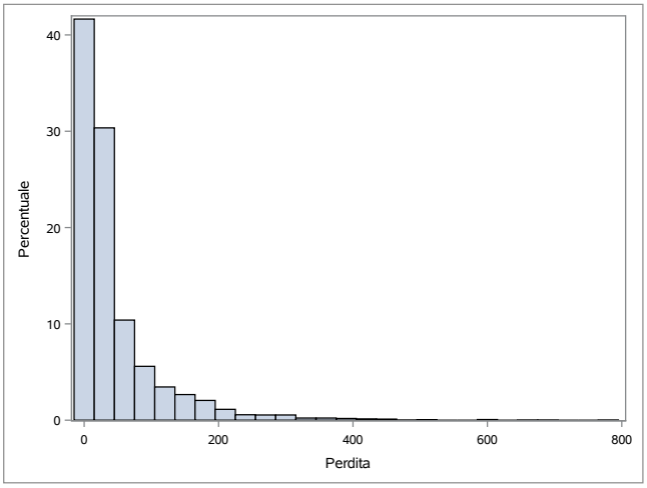


Figura 56 - Grafici di probabilità PP, QQ e ripartizione di distribuzione

Costruzioni ed impianti

La distribuzione dell'entità delle perdite del gruppo tariffario "Costruzioni ed impianti" sono mostrate in **Figura 57**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	4435
Osservazioni usate per la stima	4435
Minimo	0
Massimo	786
Media	44.72356257
Deviazione standard	67.18081803

Figura 57 - Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

Alla distribuzione delle perdite di questo *Grande Gruppo Tariffario* sono stati applicati i modelli di distribuzione Weibull, lognormale, Pareto, GPD ed esponenziale, al fine di valutare quale modello si adattasse meglio ai dati reali. Nella figura sottostante (**Figura 58**) viene mostrata come le singole distribuzioni si adattano ai dati reali per determinati valori di percentili.

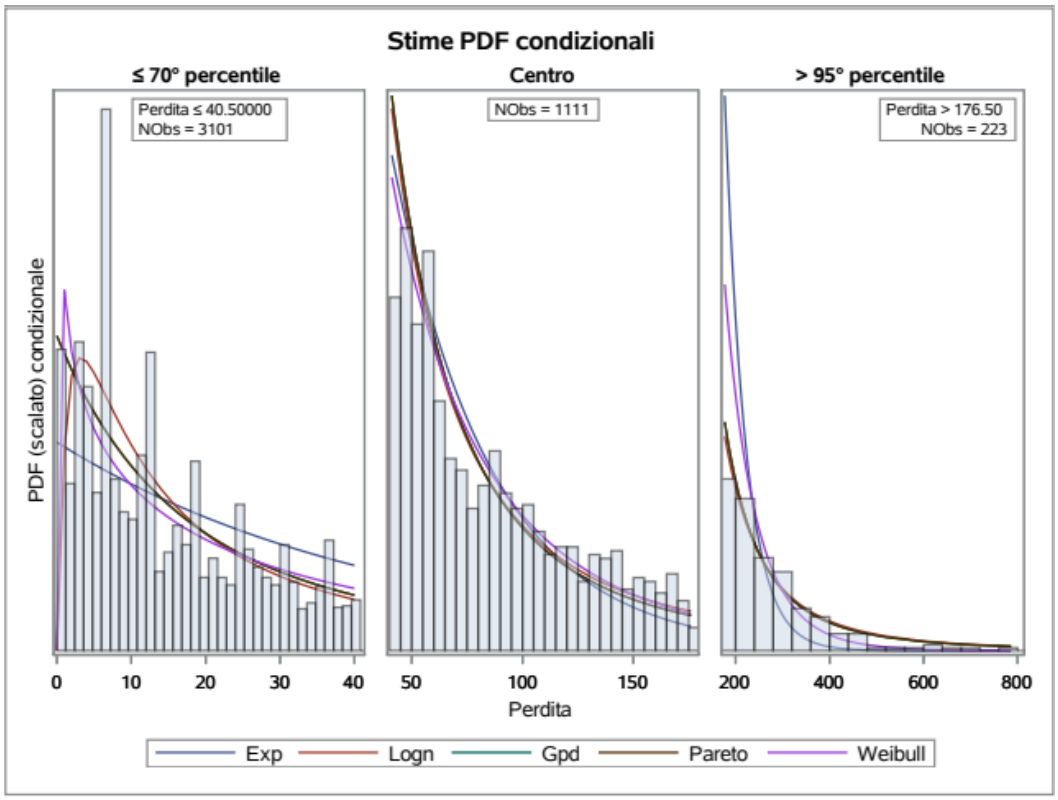


Figura 58 - Fit delle singole funzioni di densità di probabilità alla distribuzione dell'entità delle perdite

La distribuzione che meglio modella i giorni indennizzati per questo gruppo tariffario è la distribuzione di Pareto.

Tutte le statistiche di bontà del modello													
Distribuzione	-2 log verosimiglianza		AIC		AICC		BIC		KS		AD		CvM	
Exp	42580		42582		42582		42589		10.14330		382.19270		46.26481	
Logn	61033		61037		61037		61050		2.87303		152.49544		2.25146	
Gpd	41751	*	41755	*	41755	*	41768	*	2.56520		138.95565		1.68694	
Pareto	41751		41755		41755		41768		2.56518	*	138.95551	*	1.68691	*
Weibull	61460		61464		61464		61476		4.17311		163.23608		7.20968	
Note: The asterisk (*) marks the best model according to each column's criterion.														

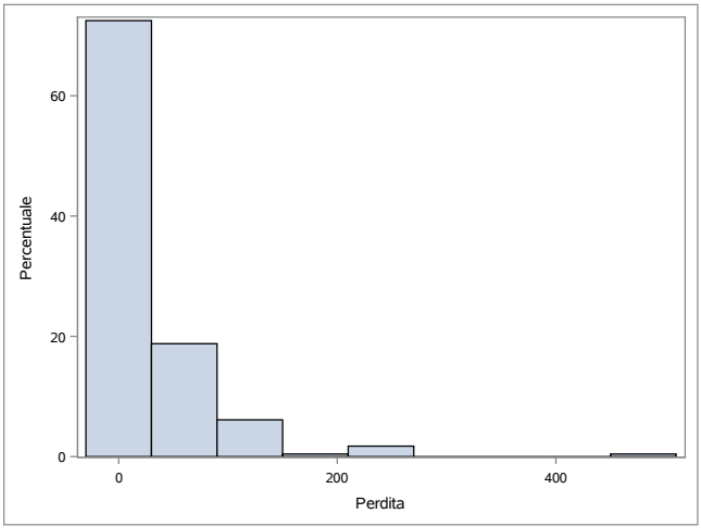
I parametri stimati dal modello sono quelli presenti in **Tabella 24**.

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Theta	1	53.47424	3.72455	14.36	<.0001
Alpha	1	2.10915	0.10457	20.17	<.0001

Tabella 24 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

Energia e comunicazione

Per quanto concerne il gruppo tariffario "Energia e Comunicazione" la distribuzione dell'entità delle "perdite" è mostrata nel grafico in **Figura 59**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello.



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	229
Osservazioni usate per la stima	229
Minimo	0
Massimo	486
Media	32.301310044
Deviazione standard	54.016087987

Figura 59 - Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

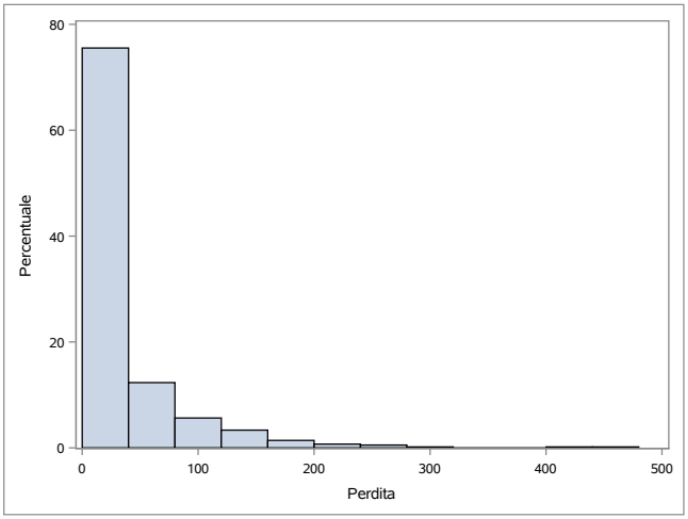
La distribuzione utilizzata è la GPD ed i parametri stimati dal modello, ed utilizzati nel capitolo successivo, sono i seguenti:

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr approx > |t|
Theta	1	16.86359	2.00382	8.42	<.0001
Xi	1	0.52160	0.10446	4.99	<.0001

Tabella 25 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

Legno e affini

Per quanto concerne la distribuzione dell'entità delle perdite del gruppo Legno e affini è mostrata nel grafico in **Figura 60**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello.



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	568
Osservazioni usate per la stima	568
Minimo	0
Massimo	467
Media	35.220070423
Deviazione standard	51.132905829

Figura 60 - Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

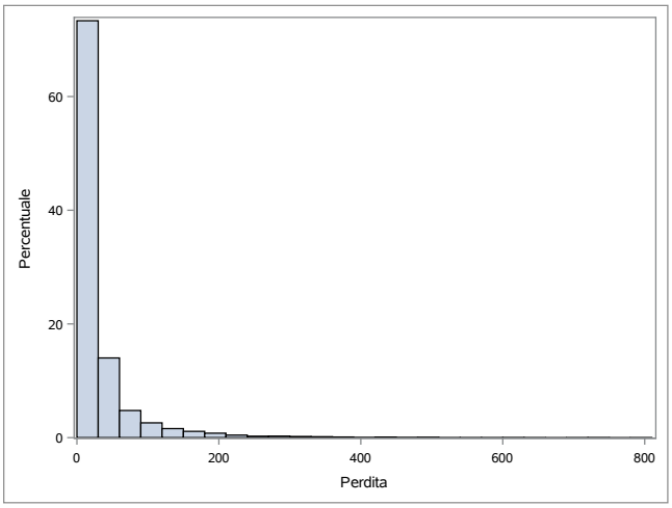
La distribuzione utilizzata è la GPD ed i parametri stimati dal modello sono i seguenti:

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr approx > |t|
Theta	1	22.98439	1.59307	14.43	<.0001
Xi	1	0.36051	0.05716	6.31	<.0001

Tabella 26 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

Metalli e macchinari

La distribuzione della frequenza delle perdite del gruppo "Metalli e macchinari" è mostrata nel grafico in **Figura 61**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello.



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	7421
Osservazioni usate per la stima	7421
Minimo	0
Massimo	807
Media	31.21034901
Deviazione standard	54.865322299

Figura 61 - Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

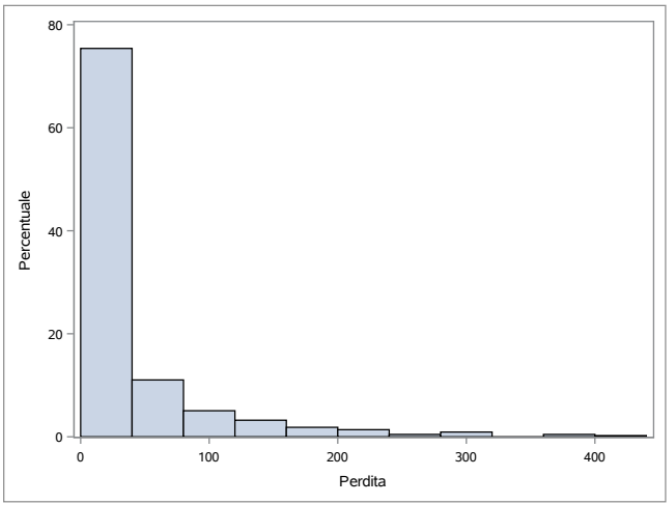
La distribuzione che modella meglio le perdite di questo gruppo tariffario è quella di Pareto. I parametri stimati sono i seguenti:

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Theta	1	38.74500	1.92257	20.15	<.0001
Alpha	1	2.21257	0.07986	27.71	<.0001

Tabella 27 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

Mineraria, rocce e vetro

La distribuzione della frequenza delle perdite del gruppo "Mineraria, rocce e vetro" è mostrata nel grafico in **Figura 62**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello.



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	435
Osservazioni usate per la stima	435
Minimo	0
Massimo	430
Media	38.786206897
Deviazione standard	60.228465131

Figura 62 - Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

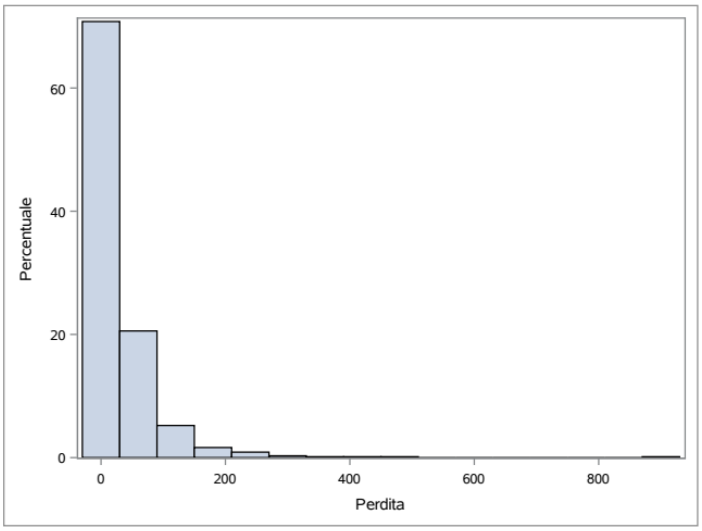
La distribuzione che modella meglio le perdite di questo gruppo tariffario è quella di Pareto. I parametri stimati sono i seguenti:

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Theta	1	42.35242	8.56744	4.94	<.0001
Alpha	1	2.01340	0.28882	6.97	<.0001

Tabella 28 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

Tessile e confezioni

La distribuzione della frequenza delle perdite del gruppo "Tessile e confezioni" è mostrata nel grafico in **Figura 63**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello.



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	671
Osservazioni usate per la stima	671
Minimo	0
Massimo	902
Media	32.587183308
Deviazione standard	59.153388389

Figura 63 - Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

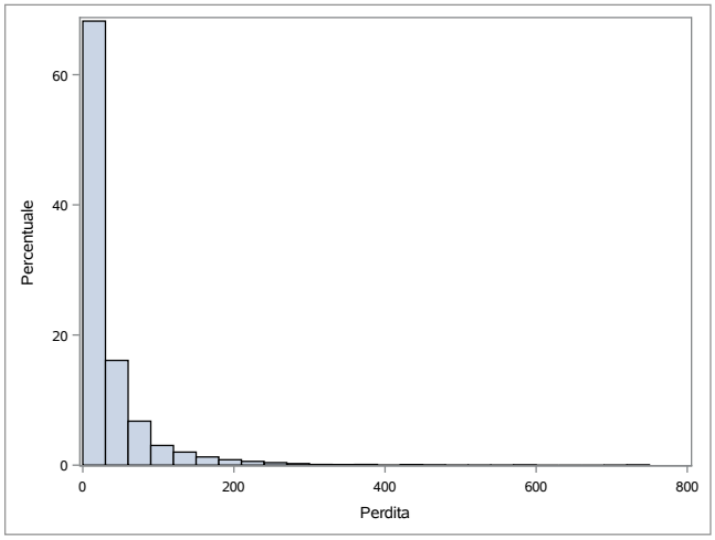
La distribuzione che modella meglio le perdite di questo gruppo tariffario è quella di Pareto. I parametri stimati sono i seguenti:

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Theta	1	46.24324	7.99138	5.79	<.0001
Alpha	1	2.40558	0.30802	7.81	<.0001

Tabella 29 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

Trasporti e magazzini

La distribuzione della frequenza delle perdite del gruppo "Trasporti e magazzini" è mostrata nel grafico in **Figura 64**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello.



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	4691
Osservazioni usate per la stima	4691
Minimo	0
Massimo	736
Media	34.089319974
Deviazione standard	54.14085628

Figura 64 - Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

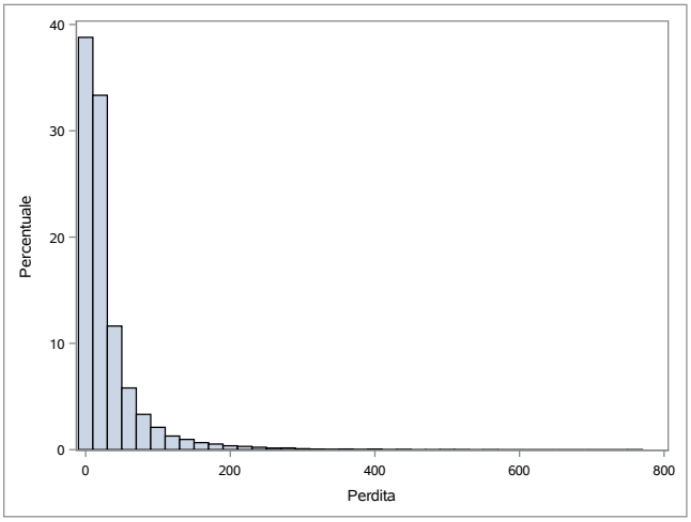
La distribuzione che modella meglio le perdite di questo gruppo tariffario è quella di GPD. I parametri stimati sono i seguenti:

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Theta	1	20.72875	0.50979	40.66	<.0001
Xi	1	0.40798	0.02067	19.74	<.0001

Tabella 30 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

Attività varie

In questo gruppo tariffario rientrano tutte le attività lavorative non appartenenti agli altri gruppi tariffari. La distribuzione della frequenza delle perdite di questo gruppo è mostrata nel grafico in **Figura 65**. Di fianco al grafico sono presenti le statistiche descrittive del modello.



Statistiche descrittive per Perdita	
Osservazioni	23197
Osservazioni usate per la stima	23197
Minimo	0
Massimo	769
Media	29.100400914
Deviazione standard	44.627791

Figura 65 - Distribuzione dell'entità delle perdite e statistiche descrittive del modello

La distribuzione che modella meglio le perdite di questo gruppo tariffario è quella di GPD. I parametri stimati sono i seguenti:

Stime dei parametri					
Parametro	DF	Stima	Errore standard	Valore t	Pr appross > |t|
Theta	1	17.93774	0.19902	90.13	<.0001
Xi	1	0.40099	0.00932	43.01	<.0001

Tabella 31 - Stima dei parametri generati dal modello per la distribuzione scelta

4.3. Distribuzione delle perdite complessive

La distribuzione delle perdite complessive è ottenuta dalla combinazione (convoluzione) della distribuzione delle frequenze degli eventi con quella delle perdite unitarie su singoli eventi (Varetto).
In molte applicazioni di modellazione delle perdite, gli eventi di perdita vengono analizzati modellando separatamente la gravità (*severity*) della perdita e la frequenza (*frequency*) della perdita. L'obiettivo principale della preparazione di questi modelli è stimare la perdita complessiva, ovvero la perdita totale che si verifica in un periodo di tempo. Ad esempio, una compagnia assicurativa potrebbe voler valutare le perdite attese e nel caso peggiore per una determinata linea di business, come l'assicurazione automobilistica, nel corso di un intero anno, dati i modelli per il numero di perdite in un anno e la gravità di ogni perdita.

La *severity* della perdita e la *frequenza* delle perdite sono variabili casuali, quindi, anche la perdita complessiva sarà una variabile casuale. Invece di preparare una stima puntuale della perdita complessiva prevista, è più desiderabile stimare la sua distribuzione di probabilità, poiché ciò consente di dedurre vari aspetti della perdita complessiva (misure di posizione, variabilità e forma per i vari percentili). Ad esempio, il valore a rischio che le banche o le compagnie assicurative utilizzano per calcolare i requisiti patrimoniali regolamentari è di solito la stima del 97,5° o 99° percentile della distribuzione delle perdite complessive[20].

Rappresentando con N la variabile casuale di frequenza per il numero di eventi che si verificano nel periodo interessato, e rappresentando con X la variabile casuale di *severity* per l'entità di un evento, si può definire la perdita complessiva S come:

$$S = \sum_{j=1}^{N} X_j$$

[20] L'applicazione fatta in questo lavoro di tesi, a causa dei dati utilizzati e dell'argomento trattato, potrebbe apparire meno interessante ma in realtà le procedure sono le medesime del mondo bancario/assicurativo.

L'obiettivo ora risulta quello di stimare la distribuzione di probabilità di S. Se $F_x(x)$ rappresenta la funzione di distribuzione di X, allora $F_X{}^{*n}(x)$ sarà la n-esima convoluzione della funzione di distribuzione di X, e $\Pr(N = n)$ indica la probabilità di vedere n perdite secondo la distribuzione della frequenza. La funzione di distribuzione di S è teoricamente calcolabile come:

$$F_S(s) = \sum_{n=0}^{\infty} \Pr(N = n) \cdot F_X{}^{*n}(x)$$

Questo modello di distribuzione di probabilità di S viene definito modello di distribuzione composto (CDM), e può essere calcolato con la procedura HPCDM di SAS. Questa calcola una stima del modello di distribuzione composto, utilizzando i dati dei modelli di distribuzione di X (*severity*) e N (*frequency*). Il calcolo diretto di $F_S(s)$ è di solito un compito difficile a causa della necessità di calcolare la convoluzione n-fold. Klugman, Panjer e Willmot (1998, Ch. 4) suggeriscono alcuni metodi di ricorsione e inversione relativamente efficienti per alcune combinazioni di gravità e distribuzioni di frequenza. Tuttavia, tali metodi presuppongono che le distribuzioni di N e X siano fisse e tutte le X siano identiche. Quando le distribuzioni di X e N sono subordinate a dei regressori, ogni set di regressori determina una distribuzione diversa. È necessario ripetere la procedura di ri-corsione e inversione per ogni combinazione di regressore e questa ripetizione rende questi metodi proibitivamente costosi. Per ovviare a questo problema si utilizza la simulazione Monte Carlo.

La simulazione Monte Carlo effettua questi tre passaggi:

1. Utilizza le informazioni fornite dal modello di frequenza per definire un valore *N,* che rappresenta il numero di eventi (infortuni) occorsi nel periodo di riferimento).
2. Utilizza le informazioni fornite dal modello di *severity* per definire *N* valori, ognuno dei quali rappresenta la gravità della perdita (giorni indennizzati) per ognuno degli *N* eventi.
3. Utilizzando i valori calcolati al punto precedente si trova la perdita complessiva *S* come:

$$S = \sum_{j=1}^{N} X_j$$

Una iterazione completa di questi tre step costituisce un singolo punto della funzione di distribuzione di *S*. Per ottenere una funzione il più adattiva possibile si è scelto di utilizzare un numero di iterazioni pari a 10.000.

Adesso analizzeremo i modelli di distribuzione delle perdite complessive per i singoli gruppi tariffari. Si fa presente che solo i primi modelli per gruppi tariffari saranno commentati, per tutti gli altri saranno presentati solo i risultati.

Lavorazioni agricole ed alimenti

I parametri dei modelli stimati in precedenza per questo gruppo tariffario appartenevano alle seguenti distribuzioni.

Informazioni sulla distribuzione composta	
Modello degli impatti	Generalized Pareto Distribution
Modello dei conteggi	Poisson Modello nell'item store COUNTSTOREPOISSON.SASUSER

Il campione casuale generato dalla simulazione Monte Carlo possiede la seguente funzione di densità (**Figura 66**):

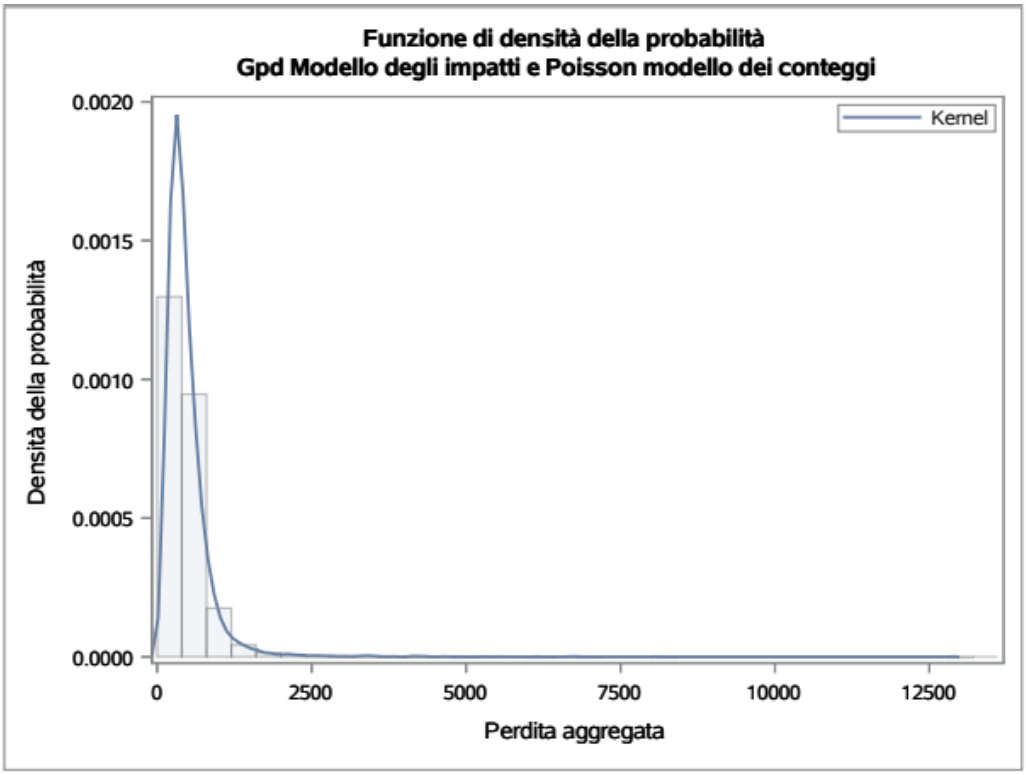


Figura 66 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Le statistiche del campione calcolate sono invece in **Figura 67**, con la stima delle perdite per percentile. Tra le statistiche di riepilogo sono presenti anche gli indici di forma della distribuzione: la skewness, che misura l'asimmetria, e la curtosi, che misura lo "schiacciamento" della distribuzione. Tutte le funzioni di densità dei gruppi analizzati, ad eccezione del gruppo "Attività varie", presentano una distribuzione asimmetrica positiva, con coda lunga a destra, e leptocurtica, con una forma più stretta e "appuntita".

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	473.50343	Mediana	389.60859
Deviazione standard	408.14174	Range interquartile	305.80375
Varianza	166579.7	Minimo	16.62373
Skewness	7.79115	Massimo	12887.3
Curtosi	137.88395	Sample Size	10000

Percentile	Valore
1	79.48967
5	137.40649
25	265.15650
50	389.60859
75	570.96025
95	1018.9
99	1877.7
99.5	2581.1
Metodo percentile = 5	

Figura 67 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato

La visualizzazione dei percentili permette di stimare l'entità delle "perdite" (giorni indennizzati) nelle casistiche più remote e quindi più "gravi". Ad esempio, permettono di valutare che, al 99.5° percentile, i giorni indennizzati, per una data settimana, possano superare i 2580, nonostante un valore medio di 470 giorni ed un range interquartile di 305. Oppure che i giorni indennizzati per una settimana, al 95° percentile, saranno uguali o inferiori a 1020.

Chimica, carta e cuoi

La distribuzione delle perdite complessive di questo gruppo tariffario è sempre stata stimata con una distribuzione GPD per la modellazione del valore delle singole perdite, mentre per la modellazione della frequenza è stata utilizzata una distribuzione Binomiale Negativa di tipo quadratico, vedi **Figura 68**.

Informazioni sulla distribuzione composta	
Modello degli impatti	Generalized Pareto Distribution
Modello dei conteggi	NegBin(p=2) Modello nell'item store COUNTSTOREPOISSON.SASUSER

Le statistiche di base del modello sono mostrate insieme ai valori delle perdite per i vari percentili (**Figura 69**).

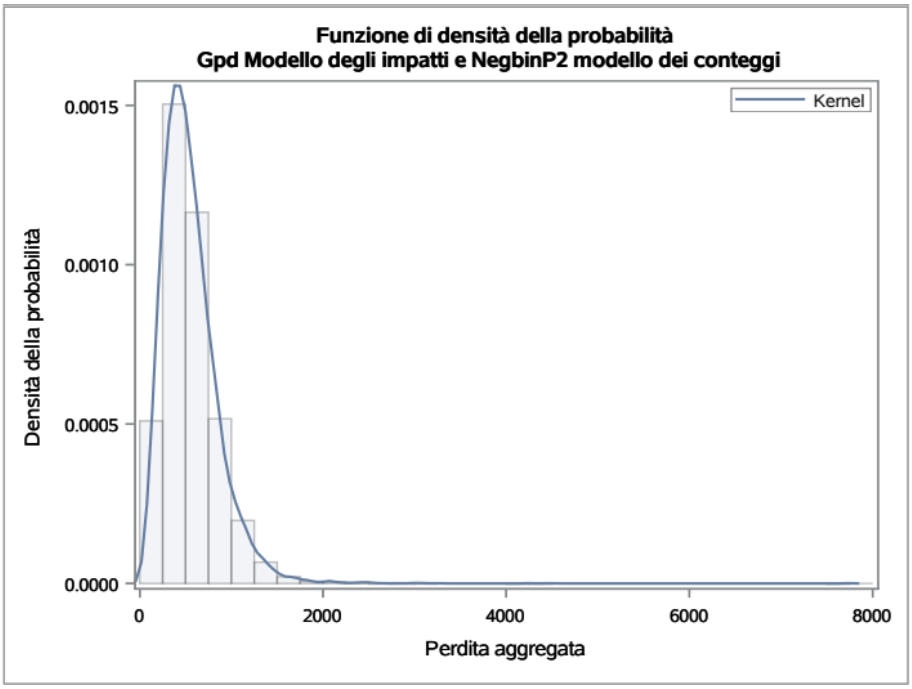


Figura 68 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	551.52176	**Mediana**	497.32239
Deviazione standard	314.24123	**Range interquartile**	359.55513
Varianza	98747.6	**Minimo**	18.07448
Skewness	2.90799	**Massimo**	7733.7
Curtosi	35.69984	**Sample Size**	10000

Percentile	Valore
1	102.27794
5	175.91166
25	339.15630
50	497.32239
75	698.71143
95	1106.1
99	1505.9
99.5	1744.7
Metodo percentile = 5	

Figura 69 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato

Costruzioni ed impianti

La distribuzione delle perdite complessive di questo gruppo tariffario è sempre stata stimata con una distribuzione Pareto per la modellazione del valore delle singole perdite, mentre per la modellazione della frequenza è stata utilizzata una distribuzione Binomiale Negativa di tipo quadratico, vedi **Figura 70**.

Informazioni sulla distribuzione composta	
Modello degli impatti	Pareto Distribution
Modello dei conteggi	NegBin(p=2) Modello nell'item store COUNTSTOREPOISSON.SASUSER

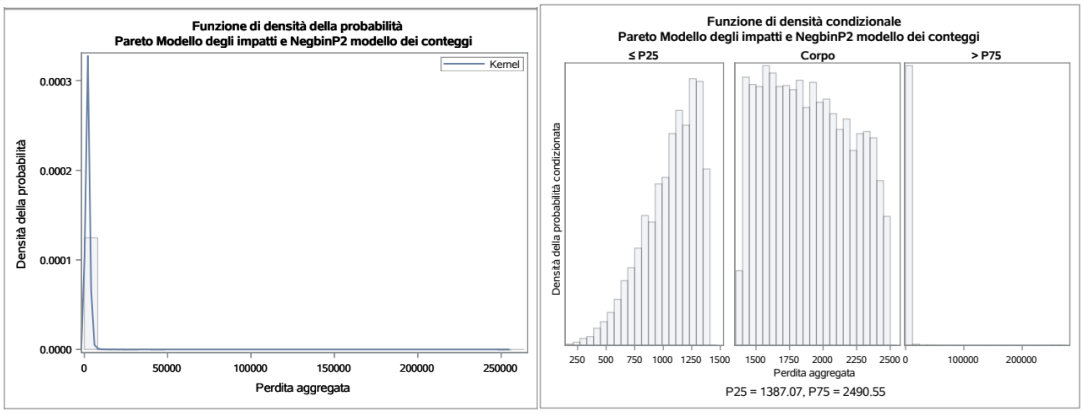


Figura 70 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Le statistiche di base del modello sono mostrate insieme ai valori delle perdite per i vari percentili (**Figura 71**).

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	2083.2	**Mediana**	1882.8
Deviazione standard	2773.4	**Range interquartile**	1103.5
Varianza	7691807.4	**Minimo**	152.32216
Skewness	74.90838	**Massimo**	253105.0
Curtosi	6721.4	**Sample Size**	10000

Percentili del campione	
Percentile	**Valore**
1	572.20364
5	854.27993
25	1387.1
50	1882.8
75	2490.6
95	3766.6
99	5210.1
99.5	6348.6
Metodo percentile = 5	

Figura 71 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato

Energia e comunicazione

La distribuzione delle perdite complessive di questo gruppo tariffario è sempre stata stimata con una distribuzione GPD per la modellazione del valore delle singole perdite, mentre per la modellazione della frequenza è stata utilizzata una distribuzione Poisson, vedi **Figura 72**.

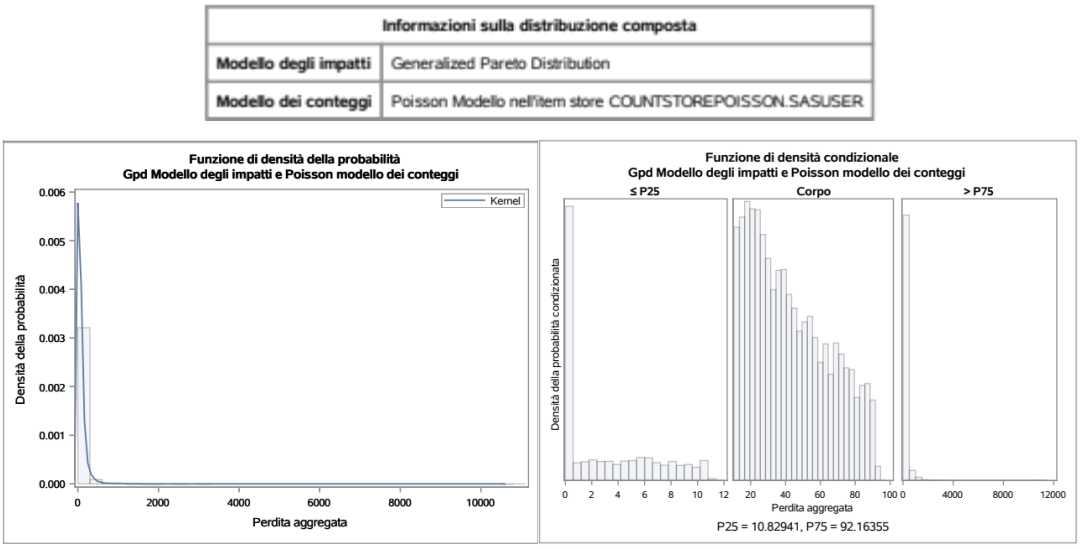


Figura 72 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Le statistiche di base del modello sono mostrate insieme ai valori delle perdite per i vari percentili (**Figura 73**).

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	75.65250	**Mediana**	38.87426
Deviazione standard	163.74158	**Range interquartile**	81.33413
Varianza	26811.3	**Minimo**	0
Skewness	29.19727	**Massimo**	10529.2
Curtosi	1692.9	**Sample Size**	10000

Percentile	Valore
1	0
5	0
25	10.82941
50	38.87426
75	92.16355
95	254.73418
99	567.63043
99.5	844.37278
Metodo percentile = 5	

Figura 73 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato

Legno e affini

La distribuzione delle perdite complessive di questo gruppo tariffario è sempre stata stimata con una distribuzione GPD per la modellazione del valore delle singole perdite, mentre per la modellazione della frequenza è stata utilizzata una distribuzione Poisson, vedi **Figura 74**.

Informazioni sulla distribuzione composta	
Modello degli impatti	Generalized Pareto Distribution
Modello dei conteggi	Poisson Modello nell'item store COUNTSTOREPOISSON.SASUSER

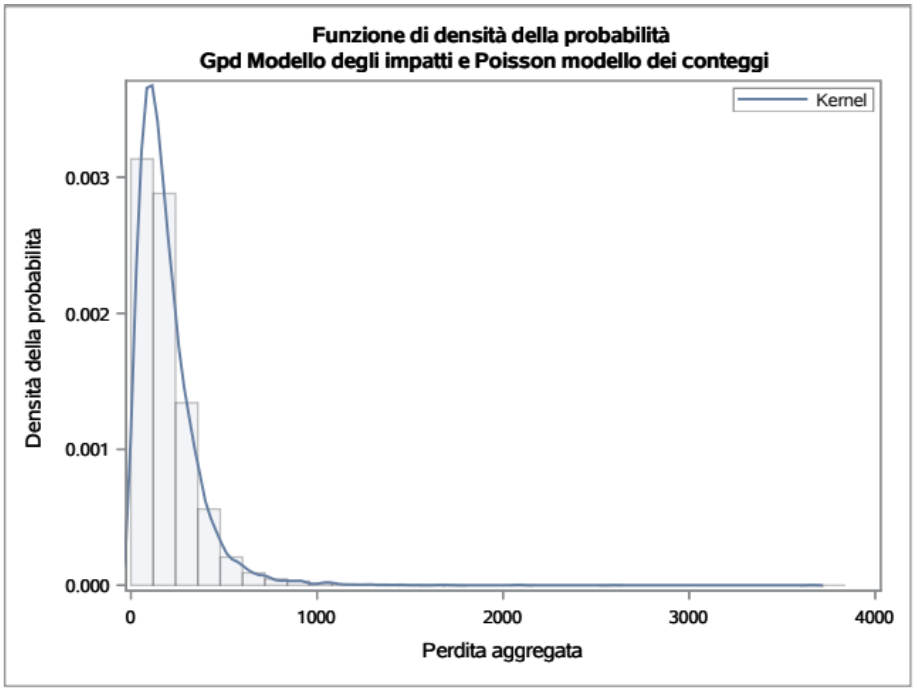


Figura 74 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Le statistiche di base del modello sono mostrate insieme ai valori delle perdite per i vari percentili (**Figura 75**).

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	194.11271	**Mediana**	154.13602
Deviazione standard	166.92049	**Range interquartile**	167.42011
Varianza	27862.4	**Minimo**	0
Skewness	3.49571	**Massimo**	3660.1
Curtosi	33.88707	**Sample Size**	10000

Percentile	Valore
1	4.04565
5	24.88051
25	86.74997
50	154.13602
75	254.17008
95	479.79841
99	798.28755
99.5	949.90187
Metodo percentile = 5	

Figura 75 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato

Metalli e macchinari

La distribuzione delle perdite complessive di questo gruppo tariffario è sempre stata stimata con una distribuzione Pareto per la modellazione del valore delle singole perdite, mentre per la modellazione della frequenza è stata utilizzata una distribuzione Binomiale negativa di tipo quadratico, vedi **Figura 76**.

Informazioni sulla distribuzione composta	
Modello degli impatti	Pareto Distribution
Modello dei conteggi	NegBin(p=2) Modello nell'item store COUNTSTOREPOISSON.SASUSER

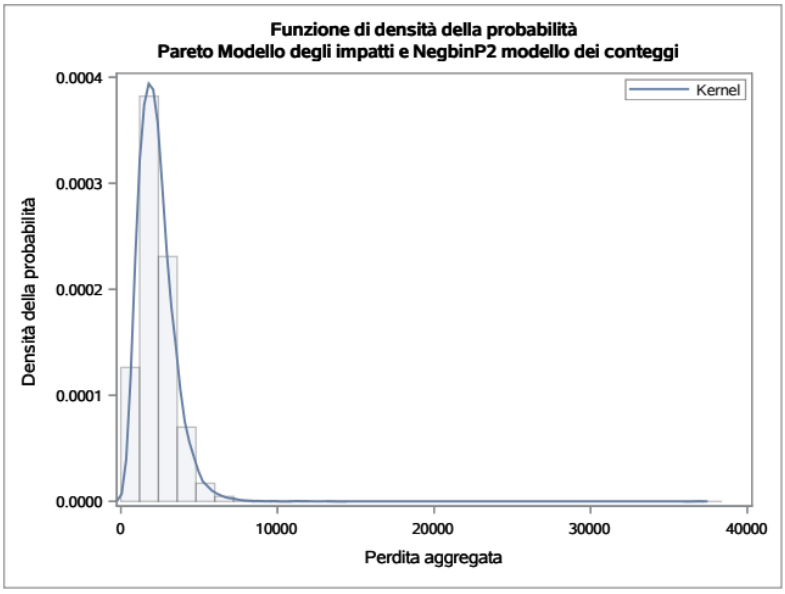


Figura 76 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Le statistiche di base del modello sono mostrate insieme ai valori delle perdite per i vari percentili (**Figura 77**).

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	2283.2	**Mediana**	2111.9
Deviazione standard	1174.1	**Range interquartile**	1377.1
Varianza	1378506.9	**Minimo**	55.94266
Skewness	3.70213	**Massimo**	36897.2
Curtosi	78.59128	**Sample Size**	10000

Percentile	Valore
1	503.46700
5	826.77413
25	1481.4
50	2111.9
75	2858.5
95	4338.3
99	5767.6
99.5	6463.5
Metodo percentile = 5	

Figura 77 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato

Mineraria, rocce e vetro

La distribuzione delle perdite complessive di questo gruppo tariffario è sempre stata stimata con una distribuzione Pareto per la modellazione del valore delle singole perdite, mentre per la modellazione della frequenza è stata utilizzata una distribuzione Poisson, vedi **Figura 78**.

Informazioni sulla distribuzione composta	
Modello degli impatti	Pareto Distribution
Modello dei conteggi	Poisson Modello nell'item store COUNTSTOREPOISSON.SASUSER

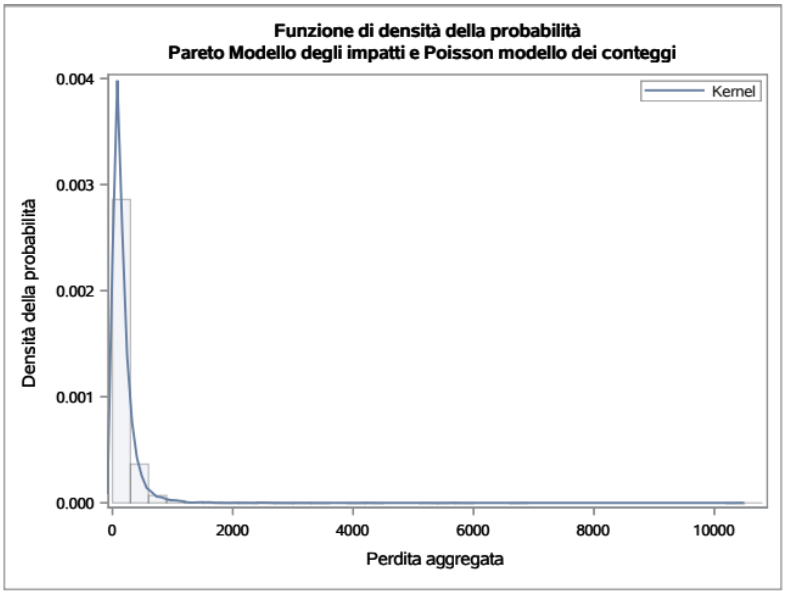


Figura 78 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Le statistiche di base del modello sono mostrate insieme ai valori delle perdite per i vari percentili (**Figura 79**).

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	171.50243	**Mediana**	113.74950
Deviazione standard	255.43729	**Range interquartile**	158.77638
Varianza	65248.2	**Minimo**	0
Skewness	13.79768	**Massimo**	10412.6
Curtosi	386.40165	**Sample Size**	10000

Percentile	Valore
1	0
5	9.65165
25	54.62100
50	113.74950
75	213.39739
95	492.51888
99	946.80973
99.5	1196.9
Metodo percentile = 5	

Figura 79 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato.

Tessile e confezioni

La distribuzione delle perdite complessive di questo gruppo tariffario è sempre stata stimata con una distribuzione Pareto per la modellazione del valore delle singole perdite, mentre per la modellazione della frequenza è stata utilizzata una distribuzione Binomiale negativa di tipo quadratico, vedi **Figura 80**.

Informazioni sulla distribuzione composta	
Modello degli impatti	Pareto Distribution
Modello dei conteggi	NegBin(p=2) Modello nell'item store COUNTSTOREPOISSON.SASUSER

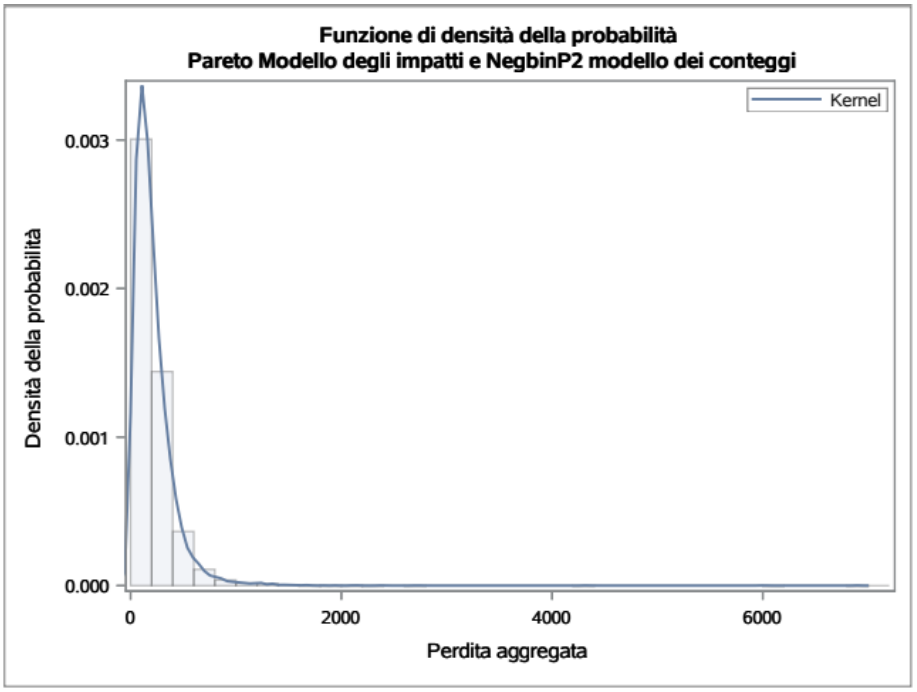


Figura 80 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Le statistiche di base del modello sono mostrate insieme ai valori delle perdite per i vari percentili (**Figura 81**).

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	211.46159	**Mediana**	164.63641
Deviazione standard	210.55130	**Range interquartile**	185.75298
Varianza	44331.8	**Minimo**	0
Skewness	8.03385	**Massimo**	6897.1
Curtosi	182.64649	**Sample Size**	10000

Percentile	Valore
1	3.66452
5	26.16729
25	89.29306
50	164.63641
75	275.04605
95	534.70863
99	927.34727
99.5	1191.8
Metodo percentile = 5	

Figura 81 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato

Trasporti e magazzini

La distribuzione delle perdite complessive di questo gruppo tariffario è sempre stata stimata con una distribuzione GPD per la modellazione del valore delle singole perdite, mentre per la modellazione della frequenza è stata utilizzata una distribuzione Binomiale negativa di tipo quadratico, vedi **Figura 82**.

Informazioni sulla distribuzione composta	
Modello degli impatti	Generalized Pareto Distribution
Modello dei conteggi	NegBin(p=2) Modello nell'item store COUNTSTOREPOISSON.SASUSER

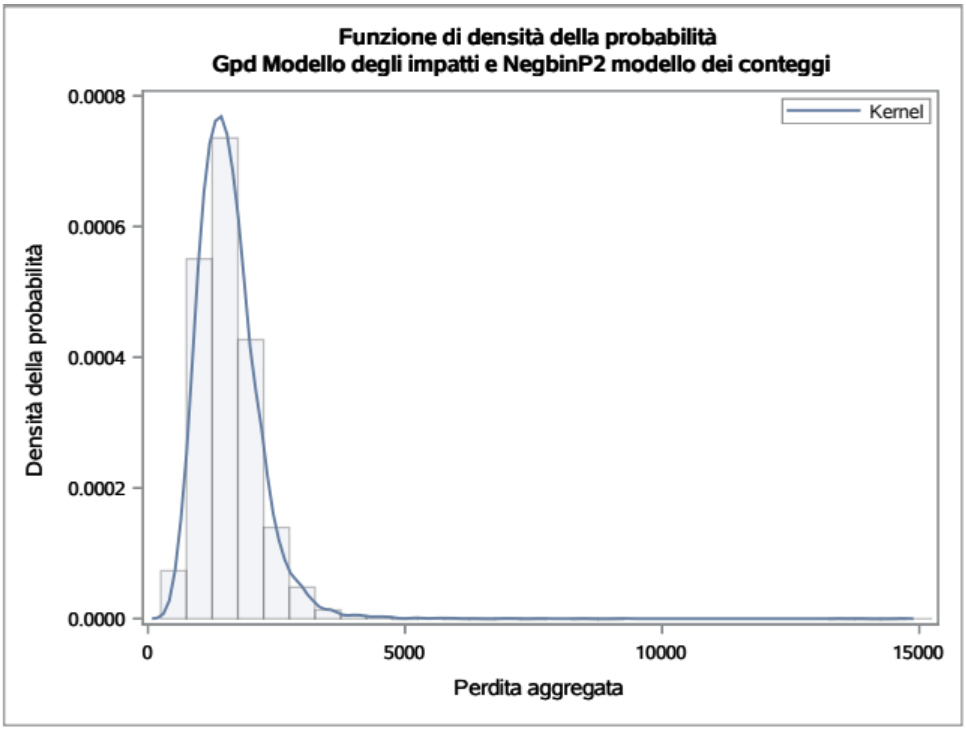


Figura 82 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Le statistiche di base del modello sono mostrate insieme ai valori delle perdite per i vari percentili (**Figura 83**).

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	1577.3	**Mediana**	1493.8
Deviazione standard	633.70671	**Range interquartile**	700.32293
Varianza	401584.2	**Minimo**	303.94921
Skewness	3.74941	**Massimo**	14663.9
Curtosi	51.97972	**Sample Size**	10000

Percentile	Valore
1	592.15551
5	804.14483
25	1169.1
50	1493.8
75	1869.4
95	2599.2
99	3455.4
99.5	3989.2
Metodo percentile = 5	

Figura 83 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato

Attività varie

La distribuzione delle perdite complessive di questo gruppo tariffario è sempre stata stimata con una distribuzione GPD per la modellazione del valore delle singole perdite, mentre per la modellazione della frequenza è stata utilizzata una distribuzione Binomiale negativa di tipo quadratico, vedi **Figura 84**.

Informazioni sulla distribuzione composta	
Modello degli impatti	Generalized Pareto Distribution
Modello dei conteggi	NegBin(p=2) Modello nell'item store COUNTSTOREPOISSON.SASUSER

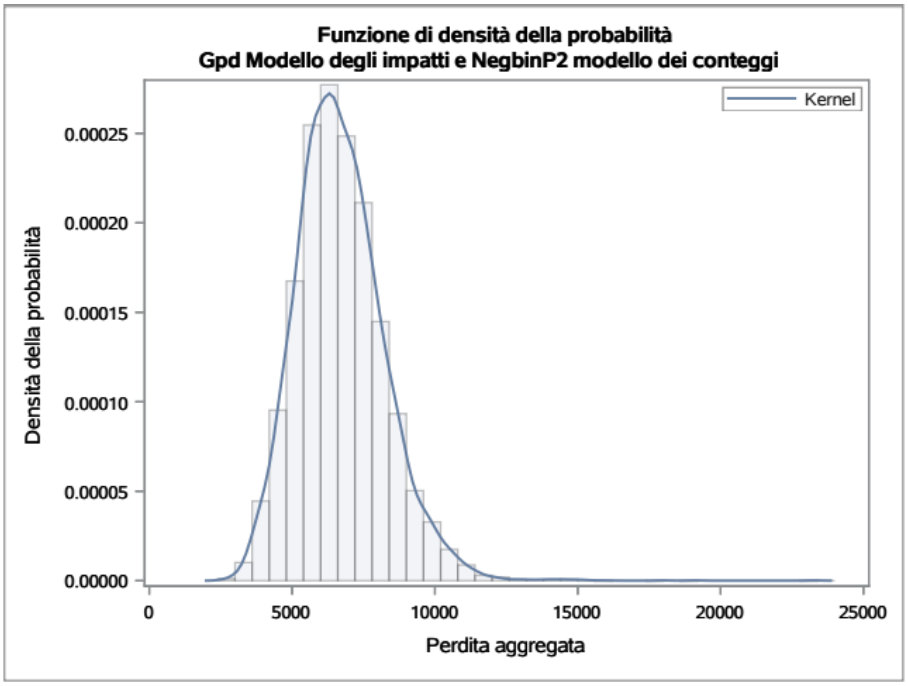


Figura 84 - Funzione di densità della probabilità per il modello generato

Le statistiche di base del modello sono mostrate insieme ai valori delle perdite per i vari percentili (**Figura 85**).

Statistiche di riepilogo del campione			
Media	6701.7	**Mediana**	6561.0
Deviazione standard	1533.9	**Range interquartile**	1967.8
Varianza	2352992.6	**Minimo**	2588.7
Skewness	0.81288	**Massimo**	23256.4
Curtosi	3.00330	**Sample Size**	10000

Percentile	Valore
1	3711.3
5	4455.2
25	5642.2
50	6561.0
75	7610.0
95	9373.9
99	10835.3
99.5	11455.4
Metodo percentile = 5	

Figura 85 - Statistiche di riepilogo del campione e perdite al percentile, in giorni indennizzati, per il modello stimato

4.4.Le perdite complessive dei Grandi Gruppi Tariffari

In **Tabella 32** sono elencate le perdite al percentile per ogni *Grande Gruppo Tariffario* ed il numero di infortuni accaduti negli anni utilizzati per stimare i parametri dei modelli. Da questa tabella si possono ricavare delle informazioni sulla gravità degli infortuni confrontando i valori delle perdite al percentile ed il numero di infortuni. Ad esempio, nonostante il gruppo delle lavorazioni agricole conti circa 600 infortuni in meno del gruppo chimica carta e cuoi, presenta delle perdite ai percentili 99 e 99,5 più elevate di quest'ultimo. Questo confronto segnala come i lavoratori del gruppo lavorazioni agricole possano incorrere in infortuni più gravi rispetto a quelli del gruppo di confronto.

Il precedente risultato si palesa anche nel confronto dei gruppi "Costruzioni ed impianti" e "Metalli e macchinari". Nonostante quest'ultimo presenti un numero di infortuni quasi doppio rispetto al gruppo delle costruzioni, le perdite ai percentili sono quasi equiparabili, indice di come i lavoratori del gruppo delle costruzioni corrano il rischio di incorrere in infortuni ben più gravi.

Percentile	LavAgr	ChimCarCu	CostrImp	EnerCom	LegnoAffi	MetalMacch	MinRocVet	TessConf	TraspMag	AttVarie
1	79	102	572	0	4	503	0	3	592	3711
5	137	175	854	0	24	826	9	26	804	4455
25	265	339	1387	10	86	1481	54	89	1169	5642
50	389	497	1882	38	154	2119	113	164	1493	6561
75	570	698	2490	92	254	2858	213	275	1869	7610
95	1018	1106	3766	254	479	4338	492	534	2599	9373
99	1877	1505	5210	567	798	5767	946	927	3455	10835
99,5	2581	1744	6348	844	949	6463	1169	1191	3989	11455
MAX	12887	7733	253105	10529	3660	36897	10412	6897	14663	23256
Numero di Infortuni	**1366**	**1899**	**4435**	**229**	**568**	**7421**	**435**	**671**	**4691**	**23197**

Tabella 32 – Perdite al percentile per i singoli Grandi Gruppi Tariffari e numero di infortuni occorsi negli anni 2017-2018

4.5. Comparazione con i dati del 2014,2015 e 2016

Al fine di valutare la validità delle stime delle perdite generate dai modelli, confrontiamo, per i vari *Grandi Gruppi Tariffari*, i valori siti nei singoli percentili con le dieci settimane con maggior numero di giorni indennizzati del periodo 2014-2016. Teoricamente i modelli stimati con i dati del 2017-2018 dovrebbero contenere dei valori limite inferiori rispetto gli anni precedenti in base al fatto che, dall'analisi temporale del terzo capitolo, si era evidenziato come dal 2014 il numero degli infortuni fosse in diminuzione. Questa particolarità permetterà di valutare i risultati in uno scenario peggiore e darà, in caso di esito positivo, maggiore solidità ai valori calcolati.

PERCENTILE	LAVAGR	CHIMCARCU	COSTRIMP	ENERCOM	LEGNOAFFI	METALMACCH	MINROCVET	TESSCONF	TRASPMAG	ATTVARIE
1	79	102	572	0	4	503	0	3	592	3711
5	137	175	854	0	24	826	9	26	804	4455
25	265	339	1387	10	86	1481	54	89	1169	5642
50	389	497	1882	38	154	2119	113	164	1493	6561
75	570	698	2490	92	254	2858	213	275	1869	7610
95	1018	1106	3766	254	479	4338	492	534	2599	9373
99	1877	1505	5210	567	798	5767	946	927	3455	10835
99,5	2581	1744	6348	844	949	6463	1169	1191	3989	11455
MAX	12887	7733	253105	10529	3660	36897	10412	6897	14663	23256

	LAVAGR	CHIMCARCU	COSTRIMP	ENERCOM	LEGNOAFFI	METALMACCH	MINROCVET	TESSCONF	TRASPMAG	ATTVARIE
LE 10 SETTIMANE CON MAGGIOR NUMERO DI GIORNI INDENNIZZATI NEGLI ANNI 2014, 2015 E 2016.	1.431	**1.842**	4.856	502	**1.391**	4.686	687	721	2.925	10.680
	1.414	**1.787**	4.000	498	839	3.926	680	681	2.857	10.465
	1.224	1.703	3.836	423	809	3.907	662	649	2.637	9.156
	1.143	1.669	3.670	348	776	3.670	555	617	2.478	9.151
	1.115	1.541	3.605	330	686	3.614	546	603	2.412	8.923
	1.061	1.473	3.427	329	684	3.565	534	583	2.393	8.832
	954	1.466	3.348	322	668	3.538	499	551	2.380	8.790
	952	1.361	3.344	295	620	3.433	498	543	2.303	8.756
	920	1.334	3.200	294	618	3.420	481	539	2.244	8.716
	893	1.308	3.185	289	602	3.358	463	537	2.229	8.700

Tabella 33 – Nella parte superiore le perdite al percentile dei singoli grandi gruppi tariffari. Nella parte inferiore le dieci settimane con maggior numero di giorni indennizzati per gli anni 2014, 2015 e 2016

Nella parte superiore della **Tabella 33** sono riportati tutti i valori delle perdite dei percentili calcolati nel capitolo precedente (tutti i valori sono stati arrotondati in ottica cautelativa). Sono state evidenziate in rosso le perdite al 99,5° percentile, in giallo le perdite al 99° percentile ed in verde quelle al 95° percentile. Nella parte inferiore

invece sono riportati i valori delle 10 settimane con perdite maggiori degli anni 2014, 2015 e 2016.

Confrontando le due parti della tabella si evince come i valori di controllo sono sempre minori del valore massimo stimato dai modelli di distribuzione delle perdite complessive; naturalmente questo valore massimo rappresenta una situazione con una probabilità di accadimento pressoché infinitesimale, e di fatto è di scarso interesse. Al contrario invece si è molto più interessanti ai valori che in tabella ricoprono il 95°, il 99° ed il 99,5° percentile. Nello specifico solo due gruppi tariffari hanno superato il valore di perdite al percentile più alto: il *Grande Gruppo Tariffario* "Chimica, carta e cuoi", con due superamenti del valore target indicato di 1744, ed il *Grande Gruppo Tariffario* "Legno e affini", con un solo superamento del valore al 99,5° percentile di 949. Per gli altri grandi gruppi tariffari le perdite si attestano tutte quante tra il 95° ed il 99° oppure tra il 99° ed il 99,5° percentile.

5. Infortuni in Piemonte e variabili macroeconomiche

Si è cercato di indagare se la numerosità degli infortuni fosse in qualche modo correlata e dipendente da alcuni indici macroeconomici in base trimestrale e mensile, rilevati direttamente dalla banca dati dell'Istat.

L'ostacolo maggiore incontrato in questa fase è stato il conciliare i dati degli infortuni, su base regionale e alta granulosità temporale, con gli indici macroeconomici, spesso valutati su base nazionale, o ripartizione territoriale[21], con suddivisioni temporali annuali, trimestrali o mensili.

5.1. Analisi trimestrale sugli infortuni totali

È stato raccolto, su base trimestrale, il numero di infortuni occorsi in tutto il Piemonte, senza distinzioni di settore economico, per il periodo che va dal 2014 al 2018, per un totale di 20 trimestri.

Dal database online dell'Istat sono stati raccolti i valori, per i trimestri di nostro interesse, dei seguenti indici macroeconomici:

- *Variazione trimestrale del Prodotto Interno Lordo*
- *Indice della Produzione Industriale*: numero indice che misura la variazione nel tempo del volume fisico della produzione effettuata dall'industria in senso stretto (ovvero dell'industria con esclusione delle costruzioni). (Istat)
- *Tasso di occupazione*: rapporto tra gli occupati e la corrispondente popolazione di riferimento, per ripartizione del Nord Italia. (Istat)

Prima di procedere con l'analisi di regressione lineare multipla si è cercata una qualche forma di dipendenza tra il numero di infortuni e gli indicatori appena citati.

[21] Nord-ovest, Nord-est, Centro, Sud e Isole

La correlazione è una misura di dipendenza tra due variabili, X e Y, molto usata poiché adimensionale. La correlazione tra X e Y si calcola utilizzando la covarianza delle due variabili divisa per il prodotto delle loro deviazioni standard:

$$\operatorname{corr}(X,Y) = \frac{\operatorname{cov}(X,Y)}{\sqrt{\operatorname{var}(X)\operatorname{var}(Y)}} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y}.$$

La correlazione è sempre compresa tra -1 ed 1. Nel caso in cui la correlazione sia uguale a zero le due variabili si dicono non correlate, al contrario se la correzione è pari ad ± 1 le variabili di dicono perfettamente correlate, ed il loro grafico di correlazione sarà pari ad una linea retta. Caratteristica importante del coefficiente di correlazione, infatti, è l'essere una misura di associazione lineare. (James H. Stock, 2005).

Di seguito sono rappresentati i grafici scatterplot degli indicatori rispetto al numero di infortuni (**Figura 86**), in **Tabella 34** i coefficienti di correlazione[22].

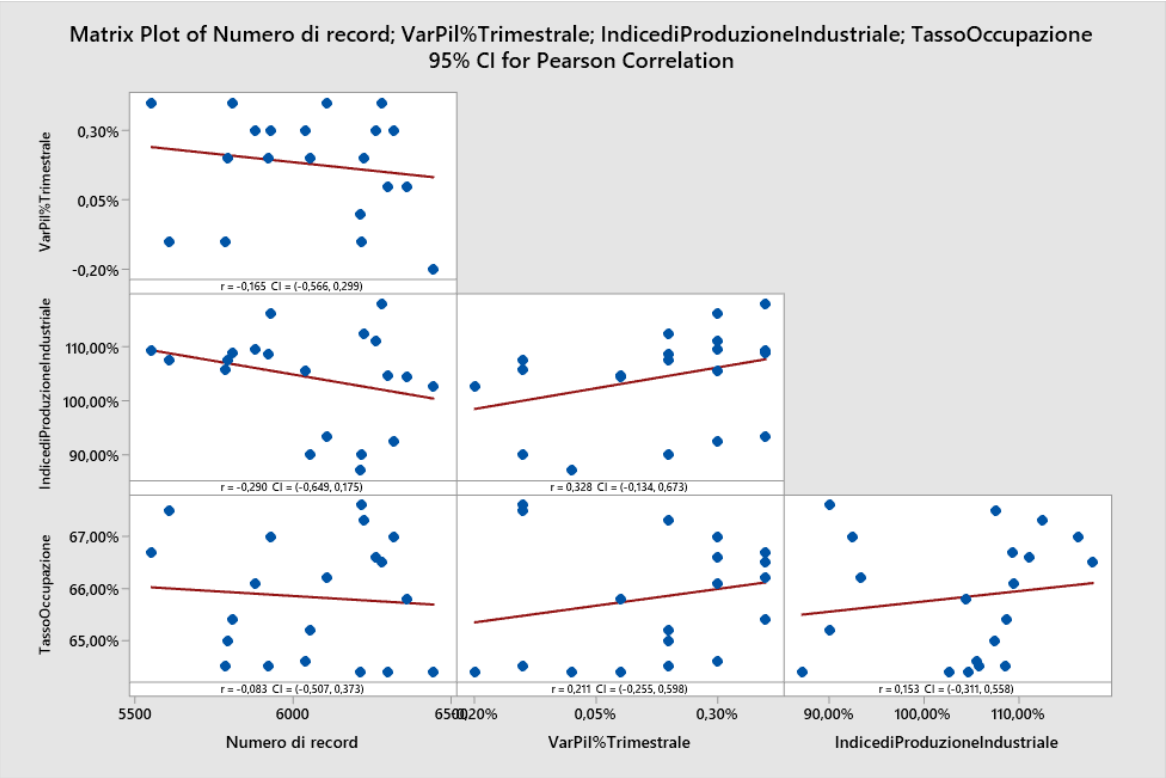


Figura 86 – Grafici scatterplot per gli indici dei dati regionali

[22] Il software utilizzato all'interno di questo capitolo è *Minitab*.

Pairwise Pearson Correlations

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
VarPIL%Trimestrale	Numero di record	20	-0,165	(-0,566; 0,299)	0,486
IndicediProduzioneIndustriale	Numero di record	20	-0,290	(-0,649; 0,175)	0,215
TassoOccupazione	Numero di record	20	-0,083	(-0,507; 0,373)	0,729

Tabella 34 - Coefficienti di correlazione per gli indici dei dati regionali

Osservando i grafici scatterplot risulta abbastanza chiaro come non vi sia nessuna correlazione lineare tra il numero di infortuni e gli indicatori macroeconomici utilizzati. I valori di correlazione oltre ad indicare una correlazione molto debole sono anche molto dispersi, come dimostrano i valori dell'intervallo di confidenza.

La mancanza di dipendenza del numero di infortuni dalle variabili macroeconomiche viene confermata anche da una analisi di regressione lineare multipla effettuata sui suddetti dati, risultati in **Figura 87**.

Analizzando il valore di significatività delle variabili esplicative si osserva come questo sia decisamente elevato (i regressori sono considerati statisticamente significativi se possiedono un p-value $\leq 0{,}10$). Questi risultati segnalano che le variabili macroeconomiche utilizzate non sono determinanti per valutare una variazione del numero di infortuni.[23] Alla stessa conclusione si è giunti anche utilizzando il numero di infortuni nazionale e non solo quelli Piemontese.

[23] Si fa presente che i singoli regressori sono stati testati per ordini polinomiali fino al terzo ed anche con metodologia stepwise. In quest'ultimo caso si conferma che nessuna variabile è entrata nel modello per un livello di significatività, di entrata ed uscita, pari a 0,15.

Regression Equation

LnRecord = 8,923 - 1,48 VarPil%Trimestrale - 0,128 IndicediProduzioneIndustriale - 0,120 TassoOccupazione

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	8,923	0,604	14,78	0,000	
VarPil%Trimestrale	-1,48	5,80	-0,26	0,802	1,15
IndicediProduzioneIndustriale	-0,128	0,122	-1,05	0,311	1,13
TassoOccupazione	-0,120	0,918	-0,13	0,898	1,06

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,0449182	9,05%	0,00%	0,00%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	0,003213	0,001071	0,53	0,668
VarPil%Trimestrale	1	0,000132	0,000132	0,07	0,802
IndicediProduzioneIndustriale	1	0,002212	0,002212	1,10	0,311
TassoOccupazione	1	0,000034	0,000034	0,02	0,898
Error	16	0,032282	0,002018		
Total	19	0,035496			

Figura 87 - Output di regressione lineare multipla sui dati regionali

5.2. Analisi dati mensili per settore ATECO

Per l'analisi di questo paragrafo si è focalizzata l'attenzione sugli indicatori macroeconomici di quattro settori ATECO: *B - Estrazione di Minerali da Cave e Miniere, C - Attività Manifatturiere, D - Fornitura di Energia Elettrica, Gas, Vapore e Aria Condizionata* e *F – Costruzioni*.

Sono stati scelti questi quattro settori industriali perché sono gli unici che possiedono degli indici puntuali basati sulla produzione e fatturato. La scelta di altri settori, o dei Grandi Gruppi Tariffari, avrebbe comportato un'approssimazione dei suddetti indicatori ed una scarsa affidabilità e/o interesse per i risultati finali.

Per il settore *B - Estrazione di Minerali da Cave e Miniere* sono stati utilizzati, prelevandoli dal sito dell'Istat, i seguenti indici:

- *Indice della Produzione Industriale*: i dati provengono da un'indagine, rivolta esclusivamente alle industrie appartenenti alle sezioni di attività economica B, C e D, che descrive attraverso la rilevazione dei volumi di produzione l'andamento dell'attività produttiva in Italia. L'indagine mensile sulla produzione industriale viene effettuata direttamente presso un panel

longitudinale di imprese di norma con più di 20 addetti che comunicano i volumi di produzione mensile relativi ad un paniere di prodotti elementari. Ad integrazione di tali dati, per la stima degli andamenti produttivi di specifici settori industriali, afferenti soprattutto al settore dell'estrazione di minerali e al settore energetico, vengono utilizzate altre fonti statistiche. Lo scopo dell'indice della produzione industriale è quello di fornire una misura, approssimata ma disponibile tempestivamente e a frequenza elevata, dell'evoluzione nel tempo del prodotto dell'attività economica del settore industriale, misurato in termini di produzione lorda. Le proxy utilizzate per cogliere l'evoluzione della produzione sono: le quantità fisiche dei singoli prodotti (con varie unità di misura adattate allo specifico processo produttivo), il valore della produzione opportunamente deflazionato e le ore lavorate (corrette con un indicatore di produttività del lavoro). (Istat)

- *Indice del fatturato dei prodotti industriali*: i dati provengono da un'indagine, rivolta esclusivamente alle industrie estrattive e manifatturiere, che descrive, attraverso il fatturato, l'andamento delle vendite fornendo inoltre, sulla base degli ordini assunti dalle imprese, una misura dell'andamento futuro delle vendite stesse. (Istat)

Per il settore *C - Attività Manifatturiere* sono stati utilizzati i seguenti indici:

- *Indice della Produzione Industriale*
- *Indice del fatturato dei prodotti industriali*
- *Indice del clima di fiducia delle imprese manifatturiere*: i dati provengono da una indagine, prevista nell'ambito del programma armonizzato relativo alle inchieste congiunturali presso le imprese e i consumatori. Questa è finalizzata alla rilevazione di variabili qualitative quali giudizi e aspettative a breve termine (3 mesi) delle principali variabili aziendali (giudizi e aspettative su ordinativi, produzione e liquidità; giudizi sulle giacenze di prodotti finiti; aspettative sull'occupazione e sui prezzi di vendita) e valutazioni sulla situazione generale dell'economia italiana. (Istat)
- *Indice dei prezzi alla produzione dell'industria:* rilevazione dei prezzi alla produzione dei prodotti industriali, venduti sul mercato interno e venduti sul mercato estero, nel primo stadio di commercializzazione. (Istat)

Per il settore *D - Fornitura di Energia Elettrica* sono stati utilizzati i seguenti indici:

- *Indice della Produzione Industriale*
- *Indice dei prezzi alla produzione dell'industria*

Infine, per il settore *F – Costruzioni* sono stati utilizzati:

- *Indice della produzione nelle costruzioni:* la stima dell'indice di produzione nelle costruzioni (IPC) ha come campo di osservazione tutta l'attività delle costruzioni riferita sia alla nuova attività sia alla manutenzione. (Istat)
- *Indice sulla fiducia delle imprese di costruzioni:* i dati provengono da un'indagine, prevista nell'ambito del programma armonizzato europeo relativo alle inchieste congiunturali presso le imprese e i consumatori. Questa è finalizzata alla rilevazione di opinioni, quali giudizi e aspettative sui principali aspetti economici delle imprese di costruzione (p.es. giudizi sul portafoglio ordini e sull'attività di costruzione, aspettative sugli ordini etc.). (Istat)
- *Indici dei prezzi alla produzione delle costruzioni:* misurano la variazione nel tempo dei prezzi dell'edilizia di nuova costruzione (residenziale e non residenziale, e del genio civile) che si formano nella transazione tra l'impresa edilizia (parte venditrice) e il committente (impresa acquirente o altro soggetto diverso dall'acquirente). L'indice è suddiviso in due tipologie di costruzioni:
    - *Costruzione di edifici residenziali e non residenziali*
    - *Costruzione di strade e ferrovie*

Per questi quattro settori è stato valutato il coefficiente di correlazione dei singoli indici con il numero di infortuni registrati mensilmente negli anni tra il 2014 ed il 2018, per un totale di 60 osservazioni per ogni settore. A seguire è stata condotta una analisi di regressione lineare multipla, utilizzando come variabile indipendente sempre il numero di infortuni, e come variabili dipendenti (esplicative) gli indici appena presentati. La scelta delle variabili esplicative da inserire nel modello di regressione è stata effettuata con metodologia *stepwise*, impostando un livello di significata pari ad $\alpha = 0{,}15$. La tecnica di ottimizzazione per la funzione di regressione è il metodo dei minimi quadrati (OLS).

Di seguito sono riassunti i risultati per singolo settore.

Settore *B - Estrazione di Minerali da Cave e Miniere*

I grafici scatterplot in **Figura 88** non mostrano una dispersione dei punti di particolare interesse. Infatti, l'indice della produzione mostra un coefficiente di correlazione molto debole con il numero di infortuni, mentre l'indice del fatturato pressoché inesistente, coefficienti in **Tabella 35**.

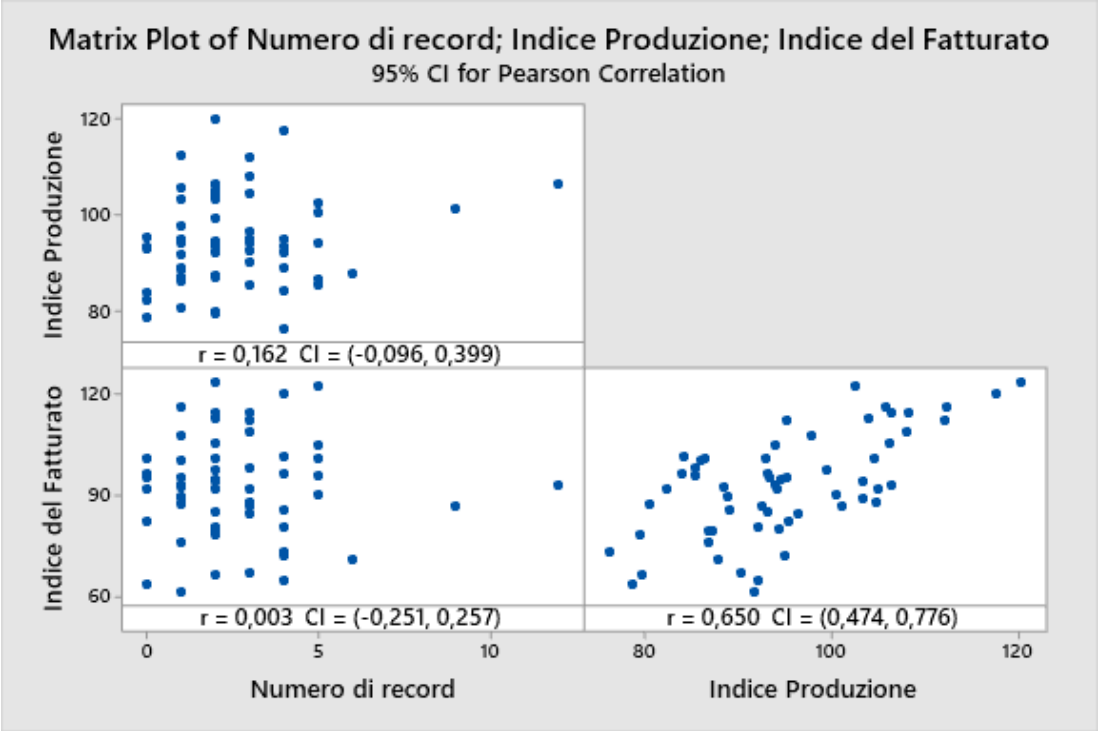


Figura 88 - Grafici scatterplot per gli indici del settore B – Estrazione di Minerali da cavi e miniere

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
Indice Produzione	Numero di record	60	0,162	(-0,096; 0,399)	0,216
Indice del Fatturato	Numero di record	60	0,003	(-0,251; 0,257)	0,979
Indice del Fatturato	Indice Produzione	60	0,650	(0,474; 0,776)	0,000

Tabella 35 - Coefficienti di correlazione per gli indici del settore B – Estrazione di Minerali da cavi e miniere

La mancanza di dipendenza delle due variabili è confermata anche dall'analisi di regressione lineare multipla tramite metodologia *stepwise*. Difatti, nessuno dei due indici, in questo caso variabili esplicative, è risultato entrare nel modello, output in **Figura 89**.

Regression Analysis: Numero di record versus Indice Produzione; Indice del Fatturato

* NOTE * There are no terms in the model.

Stepwise Selection of Terms

α to enter = 0,15; α to remove = 0,15
No terms can enter the model.

Figura 89 - Output di regressione lineare multipla del settore B – Estrazione di Minerali da cavi e miniere

Settore C – *Attività manifatturiere*

Risultati più interessanti sono stati ottenuti per alcuni indici del settore C. Osservando il grafico scatterplot è presente una disposizione dei punti in linea retta per gli indici di produzione e di fatturato (**Figura 90**).

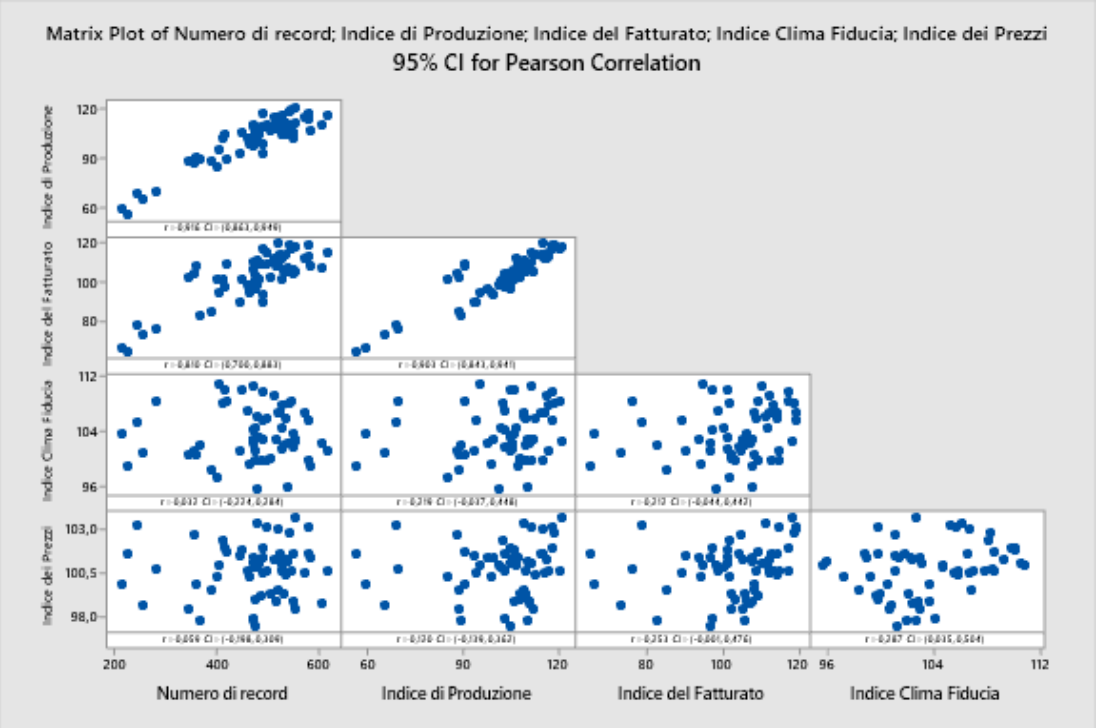


Figura 90 - Grafici scatterplot per gli indici del settore C - Attività manifatturiere

Analizzando i singoli coefficienti di correlazione riscontriamo infatti valori prossimi all'uno per questi due indici (**Tabella 36)**.

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
Indice Produzione	Numero di record	60	0,916	(0,863; 0,949)	0,000
Indice del Fatturato	Numero di record	60	0,810	(0,700; 0,883)	0,000
Indice Clima Fiducia	Numero di record	60	0,032	(-0,224; 0,284)	0,808
Indice dei Prezzi	Numero di record	60	0,059	(-0,198; 0,309)	0,653

Tabella 36 - Coefficienti di correlazione per gli indici del settore C - Attività manifatturiere

Applicando il modello di regressione lineare multipla, sempre con la stessa metodologia, sono risultati significativi gli indici sulla produzione e sul clima di fiducia. L'indice del fatturato è stato eliminato poiché presentava, insieme all'indice di produzione, un valore dell'indicatore *VIF*[24] superiore a 6.

Osservando il modello ottenuto, presente in **Figura 91**, si riscontra che il coefficiente dell'indice della produzione ha segno positivo, mentre quello sul clima di fiducia negativo. I segni dei coefficienti risultano coerenti con la variazione del numero di infortuni e le informazioni contenute all'interno degli indicatori. L'indice della produzione è un proxy del valore della produzione e delle ore lavorate; il suo segno positivo permette di ipotizzare che ad un aumento delle ore lavorate corrisponda anche un aumento del numero di infortuni, ipotesi già avanzata nel terzo capitolo di questo documento, quando si faceva riferimento ad una possibile "stagionalità" del numero di infortuni. Al contrario un segno negativo per l'indice sul clima di fiducia sembrerebbe indicare come ad una maggiore "fiducia" degli addetti corrisponda un minor numero di infortuni. Naturalmente quelle avanzate sono solo ipotesi in quanto la mancanza di dati ed indagini più puntuali non permette di appurare queste relazioni.

[24] Variance inflation factors. Se uguale ad 1 segnala l'assenza di correlazione tra le variabili esplicative, al contrario, se maggiore di 1, indica la presenza di correlazione tra le variabili esplicative. In questo caso va eliminato il regressore meno significativo per il modello.

Regression Analysis: Numero di record versus Indice di Produzione; Indice del Fatturato; Indice Clima Fiducia; Indice dei Prezzi

Stepwise Selection of Terms

Candidate terms: Indice di Produzione; Indice del Fatturato; Indice Clima Fiducia; Indice dei Prezzi

	-----Step 1----		----Step 2----	
	Coef	**P**	**Coef**	**P**
Constant	-117,0		304	
Indice di Produzione	5,746	0,000	5,990	0,000
Indice Clima Fiducia			-4,30	0,001
S		37,6839		34,2847
R-sq		83,92%		86,92%
R-sq(adj)		83,64%		86,46%
Mallows' Cp		12,27		1,54
AICc		610,18		600,09
BIC		616,03		607,74

α to enter = 0,15; α to remove = 0,15

Regression Equation

Numero di record = 304 + 5,990 Indice di Produzione - 4,30 Indice Clima Fiducia

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	304	120	2,52	0,014	
Indice di Produzione	5,990	0,308	19,45	0,000	1,05
Indice Clima Fiducia	-4,30	1,19	-3,62	0,001	1,05

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
34,2847	86,92%	86,46%	85,82%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	2	445237	222618	189,39	0,000
Indice di Produzione	1	444712	444712	378,34	0,000
Indice Clima Fiducia	1	15364	15364	13,07	0,001
Error	57	67000	1175		
Total	59	512237			

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Numero di record	Fit	Resid	Std Resid	
8	222,00	212,46	9,54	0,31	X
20	210,00	210,56	-0,56	-0,02	X
31	605,00	525,68	79,32	2,34	R
37	488,00	411,88	76,12	2,25	R
44	278,00	251,44	26,56	0,84	X

R Large residual
X Unusual X

Figura 91 - Output di regressione lineare multipla per il settore C - Attività manifatturiere

Settore *D - Fornitura di Energia Elettrica*

Il numero di infortuni per il settore D, come per il settore B, non presenta un particolare legame con gli indicatori macroeconomici selezionati. Osservando i grafici a dispersione in **Figura 92**, infatti, si può vedere come i punti non si dispongano in nessuna forma particolare. In **Tabella 37** i coefficienti di correlazione.

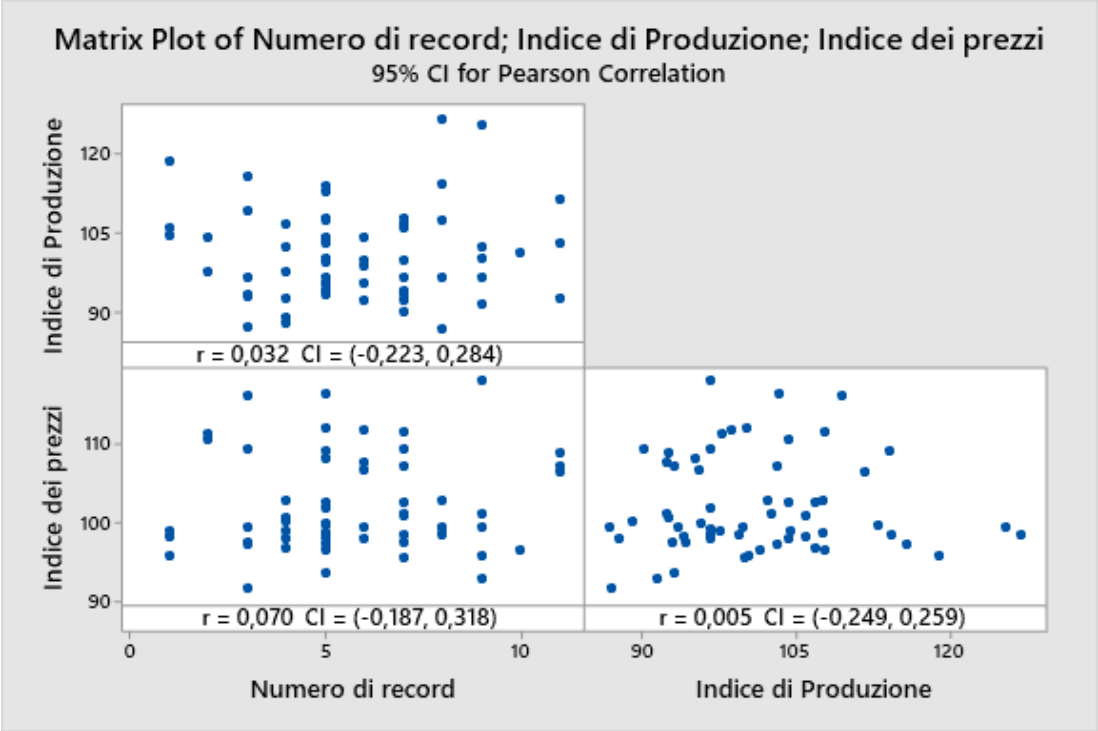


Figura 92 - Grafici scatterplot per gli indici del settore D

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
Indice di Produzione	Numero di record	60	0,032	(-0,223; 0,284)	0,806
Indice dei prezzi	Numero di record	60	0,070	(-0,187; 0,318)	0,594
Indice dei prezzi	Indice di Produzione	60	0,005	(-0,249; 0,259)	0,969

Tabella 37 - Coefficienti di correlazione per gli indici del settore D

Per il modello di regressione lineare multipla nessuna variabile esplicativa risulta significativa.

SETTORE D – FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA

Regression Analysis: Numero di record versus Indice di Produzione; Indice dei prezzi

* NOTE * There are no terms in the model.

Stepwise Selection of Terms

Candidate terms: Indice di Produzione; Indice dei prezzi

α to enter = 0,15; α to remove = 0,15
No terms can enter the model.

Settore *F – Costruzioni*

Per il settore delle costruzioni alcuni indici sono legati linearmente al numero di infortuni (**Figura 93**). Nello specifico l'indice di produzione presenta una correlazione positiva abbastanza forte con il numero di infortuni, al contrario gli indici sul clima di fiducia e sul prezzo degli edifici presentano una correlazione negativa alquanto debole. L'indice dei prezzi per la costruzione di strade e ferrovie non presenta un coefficiente di correlazione molto accentuato (**Tabella 38**).

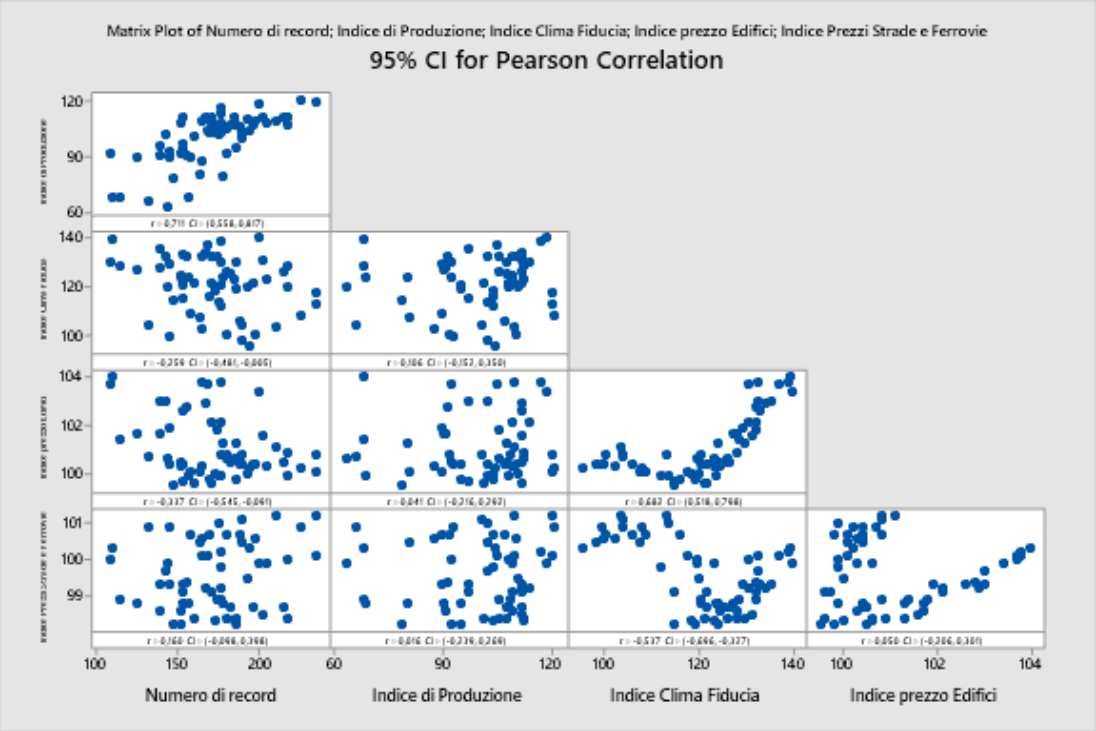


Figura 93 - Grafici scatterplot per gli indici del settore F - Costruzioni

Sample 1	Sample 2	N	Correlation	95% CI for ρ	P-Value
Indice di Produzione	Numero di record	60	0,711	(0,558; 0,817)	0,000
Indice Clima Fiducia	Numero di record	60	-0,259	(-0,481; -0,005)	0,046
Indice prezzo Edifici	Numero di record	60	-0,337	(-0,545; -0,091)	0,008
Indice Prezzi Strade e Ferrovie	Numero di record	60	0,160	(-0,098; 0,398)	0,223

Tabella 38 - Coefficienti di correlazione per gli indici del settore F- Costruzioni

Tramite l'applicazione del modello di regressione lineare multipla sono risultati significativi, e quindi entrati all'interno del modello, tutti gli indici tranne quello sul clima di fiducia (**Figura 94**). Analizzando i segni dei coefficienti risulta positivo il segno dell'indice di produzione delle costruzioni. Questo risultato è analogo al modello del settore C, infatti anche qui risulta coerente l'ipotesi per cui un aumento

delle ore lavorate si riflette sull'aumento del numero di infortuni. Difficile risulta interpretare i segni dei coefficienti discordi per gli indici dei prezzi. All'aumento dei prezzi per le costruzioni del settore privato ("indice prezzo edifici") corrisponde, per il modello generato, una marcata diminuzione del numero di infortuni; al contrario per quanto riguarda le opere di costruzione del genio civile, all'aumento dei prezzi corrisponde un aumento del numero di infortuni.

SETTORE F - COSTRUZIONI

Regression Analysis: Numero di record versus Indice di Produzione; Indice Clima Fiducia; Indice prezzo Edifici; Indice Prezzi Strade e Ferrovie

Stepwise Selection of Terms

Candidate terms: Indice di Produzione; Indice Clima Fiducia; Indice prezzo Edifici; Indice Prezzi Strade e Ferrovie

	----Step 1----		----Step 2----		----Step 3----	
	Coef	P	Coef	P	Coef	P
Constant	27,7		876		380	
Indice di Produzione	1,444	0,000	1,474	0,000	1,469	0,000
Indice prezzo Edifici			-8,42	0,000	-8,61	0,000
Indice Prezzi Strade e Ferrovie					5,18	0,035
S		20,5659		17,7066		17,1607
R-sq		50,55%		63,97%		66,76%
R-sq(adj)		49,70%		62,71%		64,97%
Mallows' Cp		25,95		5,70		3,09
AICc		537,50		520,79		518,36
BIC		543,36		528,44		527,72

α to enter = 0,15; α to remove = 0,15

Regression Equation

Numero di record = 380 + 1,469 Indice di Produzione
- 8,61 Indice prezzo Edifici
+ 5,18 Indice Prezzi Strade e Ferrovie

Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	380	291	1,31	0,197	
Indice di Produzione	1,469	0,157	9,38	0,000	1,00
Indice prezzo Edifici	-8,61	1,77	-4,86	0,000	1,00
Indice Prezzi Strade e Ferrovie	5,18	2,39	2,16	0,035	1,00

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
17,1607	66,76%	64,97%	61,85%

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Regression	3	33115	11038,4	37,48	0,000
Indice di Produzione	1	25919	25919,1	88,01	0,000
Indice prezzo Edifici	1	6949	6949,3	23,60	0,000
Indice Prezzi Strade e Ferrovie	1	1379	1379,3	4,68	0,035
Error	56	16491	294,5		
Total	59	49607			

Fits and Diagnostics for Unusual Observations

Obs	Numero di record	Fit	Resid	Std Resid	
35	152,00	186,96	-34,96	-2,09	R
37	178,00	136,48	41,52	2,50	R

Figura 94 - Output di regressione lineare multipla per il settore F - Costruzioni

In mancanza di dati più specifici è possibile ipotizzare che per il settore privato un aumento dei prezzi comporti una diminuzione degli ordini lavorativi, e di conseguenza una diminuzione di cantieri aperti ed operai al lavoro; mentre, per il settore delle opere pubbliche, l'aumento dei prezzi potrebbe tradursi in una diminuzione del rispetto delle norme di sicurezza, come l'acquisto dei dispositivi di protezione o rispetto dell'orario massimo di lavoro, causato dalla necessità, da parte della ditta operante, di rispettare gli obblighi contrattuali stipulati in fase di gara d'appalto (tempi di consegna). Infatti, la vincita di una gara si basa su un trade off tra costi e qualità attesa del lavoro, dove in realtà la componente del costo è spesso il driver principale.

Conclusioni

Dalle analisi degli *open data* dell'Inail, inerenti i dati degli infortuni sul lavoro avvenuti in Piemonte nel periodo 2014-2018, si è evidenziato come il numero di denunce e di infortuni abbia presentato una leggera diminuzione. Trend confermato anche dal fatto che il 2018 si è caratterizzato come l'anno con il minor numero di infortuni del periodo esaminato. Per quanto attiene le modalità di infortunio notiamo che le stesse presentano degli andamenti opposti: gli infortuni avvenuti *in occasione di lavoro* sono diminuiti costantemente mentre quelli accaduti *in itinere* hanno registrato un leggero incremento.
Analizzando gli infortuni in ottica trimestrale si è dedotto come la numerosità degli stessi sia strettamente legata al numero dei lavoratori attivi all'interno delle imprese. Questo legame non è sempre riscontrabile per ciò che attiene la gravità degli infortuni: gli infortuni mortali, ad esempio, oltre a godere di un infelice trend di crescita, non presentano una correlazione diretta alla numerosità degli infortuni (come riscontrato nel III trimestre).

Suddividendo gli infortuni per provincia si è osservato come quasi il 50% di questi siano accaduti all'interno della provincia di Torino. Esaminando tuttavia il tasso degli infortuni, che ricordiamo essere il numero di infortuni diviso il numero di occupati, si evidenzia come le provincie di Torino e di Biella siano in realtà quelle più virtuose, mentre le province con il tasso di infortunio medio più alto sono risultate essere quelle di Alessandria ed Asti.
Successivamente, per porre maggiore attenzione all'impatto che gli infortuni possono avere sul settore produttivo di una regione, si è scelto di calcolare il numero di anni lavorativi persi utilizzando il numero dei giorni indennizzati. Da qui è emerso che nel quinquennio analizzato nella regione Piemonte sono stati indennizzati quasi 20.000 anni di lavoro.

In seguito, si sono analizzati gli infortuni per settore lavorativo secondo la classificazione ATECO. Dall'analisi è emerso che il settore più colpito in termini di

numerosità è il *C – Attività manifatturiere*, ciò nonostante non risulta essere il più pericoloso in termini di tasso. Mettendo in relazione il numero di infortuni con gli occupati di ogni singolo settore si è scoperto che quelli con la più alta probabilità di infortunio siano i settori *E - fornitura di acqua e reti fognarie* ed *H - trasporto e magazzinaggio*. In ottica di gravità dell'infortunio, tuttavia, i settori dell'agricoltura e delle costruzioni si classificano come quelli più pericolosi.

Dall'analisi di genere del lavoratore si è osservato che i lavoratori di sesso maschile sono quelli più colpiti da eventi infortunistici, sia dal punto di vista della numerosità che della gravità. Si è scoperto inoltre che l'età del lavoratore gioca un ruolo fondamentale nella gravità dell'infortunio: la fascia d'età più colpita in termini di numerosità è quella tra i 45 ed i 54 anni, mentre i lavoratori con più di 65 anni hanno il 45% di probabilità di incorrere in un infortunio ad alto impatto (giorni indennizzati superiori ai 30). La probabilità di incorrere in un infortunio di tipo mortale per questi lavoratori è altresì molto elevata (0,92%) rispetto ai lavoratori di età compresa tra i 55 e 64 anni (0,28%).

Nel capitolo 4, tramite l'applicazione dei modelli di *frequency* e di *severity,* sono stati ricavati i parametri per la creazione del modello di distribuzione delle perdite complessive per ogni singolo *Grande Gruppo Tariffario*. L'utilizzo di modelli matematici, provenienti dal mondo finanziario-assicurativo, ha permesso di stimare, per ogni *Grande Gruppo Tariffario*, le "perdite" al percentile su base settimanale.
Il confronto del numero di infortuni e delle perdite al percentile permette inoltre di individuare tra i *Grandi Gruppi Tariffari* quelli con le perdite più alte. Le perdite al percentile, modellate su base settimanale per gli infortuni del 2017 e 2018 ed espresse in termini di *giorni indennizzati*, sono state confrontate con le settimane aventi il maggior numero di *giorni indennizzati* per gli anni 2014, 2015 e 2016. Dal confronto è risultato che solo in due *Grandi Gruppi Tariffari* sono state superate le perdite stimate al 99,5° percentile, per un totale di 3 settimane su 1560.

Nell'ultimo capitolo, tramite l'analisi del coefficiente di correlazione e la regressione lineare multipla, si è cercato di indagare su possibili relazioni esistenti tra la numerosità degli infortuni ed alcune variabili macroeconomiche.

La relazione tra la variazione del numero di infortuni trimestrale della regione Piemonte e le variabili macroeconomiche scelte non ha restituito risultati interessanti. Non è stata trovata una relazione significativa neanche per la variazione della numerosità degli infortuni su base nazionale e la variazione del PIL.

Alcune relazioni significative per l'indice di Produzione, il clima di fiducia e l'indice dei prezzi sono state riscontrate per i settori ATECO delle attività manifatturiere e costruzioni.

Bibliografia e sitografia

Ciriello, G., De Felice, M., Mosca, R., & M., V. (2013). *Infortuni sul lavoro. Un modello di lettura (della numerosità) su "open data" dell'Inail.*

European Agency for Safety and Health at Work. (2019). *The value of occupational safety and health and the societal costs of work-related injuries and diseases.* Lussemburgo: Publications Office of the European Union.

Ferrara, G. (2012). *Modelli matematici per i processi di sinistri.*

Fisher, R. A. (1973). *Statistical Methods for Research Workers. 14th ed.* New York: Hafner Publishing.

Inail . (2018). Guida all'assicurazione. disponibile presso: https://www.certifico.com/component/attachments/download/8416

ISPRA. (2016). *Manuale operativo per la gestione degli infortuni e dei mancati infortuni nel sistema Nazionale a Rete per la Protezione dell'Ambiente* . Roma: ISPRA.

James H. Stock, M. W. (2005). *Introduzione all'econometria.* Milano: Pearson Education Italia S.r.l.

Klugman, S. A. (1998). *Loss Models: From Data to Decisions.* New York: John Wiley & Sons.

Lewis, N. d. (2004). *Applied Statistical Methods for Risk Management.* New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Paola Leone, P. P. (2018). *Measuring and Managing Operational Risk, an Integrated Approach.* Palgrave Macmillan Studies in Banking and Financial Institutions.

Rossi, P. (2013). Raggruppamento delle menomazioni ai fini di un classamento statistico. *Rivista Italiana di Medicina Legale (e del Diritto in campo sanitario)*.

Varetto, F. (s.d.). *Slide del corso.* Torino.

https://dati.inail.it/opendata/default/Daticadenzasemestrale/index.html

https://www.inail.it/cs/internet/attivita/prestazioni/infortunio-sul-lavoro.html

https://www.camera.it/parlam/leggi/deleghe/testi/00038dl.htm
https://www.istat.it/it/files/2011/03/metenorme09_40classificazione_attivita_economiche_2007.pdf

Ringraziamenti

Desidero ringraziare innanzitutto il professore Franco Varetto, relatore di questa tesi, per le preziose indicazioni senza le quali questo scritto non esisterebbe.
Inoltre, desidero ringraziarlo per l'interesse e l'entusiasmo trasmessi durante i corsi di *Analisi finanziaria e creditizia per l'impresa* ed *Economia degli intermediari finanziari*, dei quali conserverò sempre un ottimo ricordo.

Desidero ringraziare i miei genitori per avermi sostenuto e supportato in questi anni, in particolare li ringrazio per la pazienza nel leggere le bozze di questo lavoro. Spero un giorno di riuscire a "ricambiare" tutti i sacrifici che hanno fatto per me, se sono arrivato a questo traguardo è solo grazie a loro.

Un ringraziamento speciale a Roberta per essermi sempre stata vicina, anche durante i periodi di stress universitario e lavorativo.

Ringrazio tutti i colleghi di Engineering, nello specifico Bruno, Jonathan e Samuele, per avermi fatto sentire subito parte del team, e per avermi dato l'opportunità di iniziare la mia carriera lavorativa da loro.

Inoltre voglio ringraziare tutti i colleghi, ormai amici, insieme ai quali ho affrontato il "tortuoso ed impervio" percorso universitario (evito di elencarvi tutti per paura di dimenticare qualcuno). Infine, un ringraziamento speciale a Ernesto che ha imparato a "sopportarmi" dal secondo anno di ingegneria.