

È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?

Evidenze e approcci sulla valutazione di efficacia

a cura di

Angelo Castaldo, Elena Ragazzi, Lisa Sella



Giappichelli

È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?

Evidenze e approcci sulla valutazione di efficacia



È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?

Evidenze e approcci sulla valutazione di efficacia

a cura di

Angelo Castaldo, Elena Ragazzi, Lisa Sella



Giappichelli

© Copyright 2023 - G. GIAPPICHELLI EDITORE - TORINO

VIA PO, 21 - TEL. 011-81.53.111

<http://www.giappichelli.it>

ISBN/EAN 979-12-211-5507-5

ISBN/EAN 979-12-211-0500-1 (versione cartacea)

Il presente volume trasferisce i risultati di ricerca del progetto VIP MOVing (Valutazione degli Incentivi alla Prevenzione. MODelli Valutativi sull'Impatto Generato dai Bandi ISI) che è stato supportato dal Bando Ricerca In Collaborazione (BRIC 2019) dell'INAIL.

Publicato nel mese di novembre 2023

Indice

	<i>pag.</i>
Ringraziamenti	XIII
Autori	XV
Prefazione	XIX
Andrea Tardiola	
Introduzione	XXI
Elena Ragazzi, Angelo Castaldo, Lisa Sella	

Capitolo 1

L'impianto valutativo per comprendere l'efficacia dei Bandi ISI: Possiamo parlare di esperimento naturale? Elena Ragazzi, Giuseppe Giulio Calabrese

1. Introduzione	1
2. Funzionamento dei Bandi ISI	2
2.1. Le fasi dell'implementazione	3
2.2. Il <i>click-day</i> come esperimento naturale?	8
3. Quantificazione dell'attrito nei Bandi ISI	9
4. Una prima profilazione delle imprese selezionate	11
4.1. Aspetti metodologici	11
4.2. Analisi dell'attrito secondo le diverse classificazioni	13
5. Conclusioni	15
6. Riferimenti bibliografici	16
7. Appendice: dati statistici sulla consistenza delle imprese partecipanti	17

Capitolo 2

**Valutare le politiche in presenza di attrito:
il caso degli incentivi agli investimenti in sicurezza
sui luoghi di lavoro**

Greta Falavigna, Elena Ragazzi, Lisa Sella

1. Introduzione	19
2. Metodologie per la descrizione dei gruppi di imprese selezionate: efficienza, produttività e rating finanziario	20
2.1. Efficienza e produttività	20
2.2. <i>Rating</i> finanziario	24
3. Imprese liquidate e imprese <i>lost</i> a confronto	25
4. Il modello di previsione: Reti Neurali Artificiali (RNA) e indici di Garson	28
5. Risultati	31
6. Conclusioni	34
7. Riferimenti bibliografici	35
8. Appendice: Statistiche descrittive e <i>t-test</i> su efficienza, produttività e rating finanziario	37

Capitolo 3

**Incentivi all'adozione di modelli di gestione della sicurezza:
un'analisi dell'impatto**

Lisa Sella, Elena Ragazzi, Eva Dettmann

1. Introduzione: i modelli di gestione della sicurezza nei Bandi ISI	43
2. Le basi dati e il campione per la valutazione dei SGSL	45
3. Indicatori e metodi	47
3.1. Approcci metodologici per l'analisi di impatto dei SGSL	48
3.2. Trattamenti e periodi di osservazione	49
4. Risultati	50
5. Conclusioni	53
6. Riferimenti bibliografici	54

Capitolo 4

**Ricostruire il nesso causale per gli investimenti
contro il rischio infortuni nelle basi dati INAIL**

Elena Ragazzi, Arianna Radin, Lisa Sella

1. Introduzione	57
2. Gli elementi del nesso causale da ricostruire	59
3. La tipologia Intervento	60

	<i>pag.</i>
4. Definizione di infortunio: INAIL e Metodologia ESAW	65
5. Caratterizzazione dell'infortunio secondo la metodologia ESAW	66
6. Costruire classi di infortuni con i campi disponibili che ne descrivono la natura	67
7. Dalla tipologia degli infortuni alla tipologia di investimenti	70
8. Conclusioni	71
9. Riferimenti bibliografici	73
10. Appendice: processo seguito per l'identificazione degli infortuni da associare alle tipologie di investimenti	74

Capitolo 5

Valutare l'efficacia degli investimenti contro il rischio infortuni: gli esiti di una valutazione esplorativa

Elena Ragazzi, Lisa Sella

1. Puntare sulla specificità, è possibile?	77
2. Gli investimenti contro gli infortuni nei Bandi ISI	78
3. Investimenti per la prevenzione di infortuni da sovraccarico biomeccanico: dati, indicatori e metodi di stima	80
4. Sintesi dei risultati	82
5. Conclusioni	84
6. Riferimenti bibliografici	85

Capitolo 6

La Survey "In ISI. Indagine sugli incentivi alle piccole e medie imprese per il miglioramento dei livelli di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro"

Chiara Colagiacomo, Maria Ilaria Barra, Stefano Signorini

1. Introduzione	87
2. Il valore della consultazione	88
3. Il contesto	90
4. La <i>Survey</i>	91
4.1. Note di metodo	92
4.2. Caratteristiche della rilevazione	93
4.3. I questionari	96
5. Risultati	98
5.1. Uno sguardo al profilo d'impresa del <i>target</i> "non partecipanti"	108
5.2. Il grado di maturità delle imprese	111
6. <i>Focus</i> : Sono emersi elementi comuni tra la misura Beni Strumentali – Nuova Sabatini e la misura Bandi ISI?	112
7. Conclusioni	114
8. Bibliografia	116

Capitolo 7

Verso nuovi possibili indicatori di misurazione dei livelli di SSL

Chiara Colagiacomo, Maria Ilaria Barra, Stefano Signorini

1. Introduzione	119
2. Il contesto di riferimento	120
3. La costruzione dell'indicatore composito	121
3.1. Costruzione del modello concettuale ed individuazione dei costruttori	122
3.2. Individuazione delle variabili	122
3.3. Analisi preliminare degli indicatori elementari	124
3.4. Ponderazione degli indicatori elementari	128
3.5. Aggregazione degli indicatori elementari	129
4. Risultati semplice e composito	130
4.1. Indicatori pesati	130
4.2. Indicatore composito	137
5. Conclusioni	139
6. Bibliografia	140

Capitolo 8

Analisi di impatto sugli infortuni sul lavoro: le politiche SSL per promuovere gli investimenti fissi

Gabriele D'Amore, Angelo Castaldo, Alessia Marrocco

1. Introduzione	141
2. Salute e sicurezza sul lavoro e tasso di incidenza infortunistico	143
3. Dati	145
4. Metodologia	147
4.1. Imputazione dei dati mancanti	148
4.2. <i>Matching</i> del gruppo di unità trattate e di controllo	150
4.3. DID con modalità mista lineare	153
4.4. <i>Pooling</i>	155
5. Strategia di identificazione	156
6. Risultati di stima	159
7. Test di falsificazione	161
8. Conclusioni	162
9. Bibliografia	163
Appendice 1	167
Appendice 2	167

Capitolo 9

Modelli a mistura finita per la valutazione delle politiche pubbliche: studio sui Bandi ISI-INAIL

Marco Forti, Alessia Marrocco, Angelo Castaldo

1. Introduzione	173
2. Dati e metodologia	175
3. Risultati	180
4. Conclusioni	182
5. Bibliografia	183

Capitolo 10

Valutazione d'impatto della politica ISI-INAIL sulla sopravvivenza delle imprese

Alessia Marrocco, Angelo Castaldo, Marco Forti

1. Introduzione	185
2. La Salute e Sicurezza sul Lavoro e la performance delle imprese	188
3. Dati e statistiche descrittive	191
4. Strategia empirica di identificazione	194
5. Risultati	200
6. <i>Check</i> di robustezza e di eterogeneità	201
6.1. <i>Check</i> di robustezza	201
6.2. <i>Check</i> di eterogeneità	206
7. Limiti: validità esterna e margine estensivo	208
8. Discussione e conclusioni	208
9. Bibliografia	209

Capitolo 11

Le politiche di sostegno agli investimenti in SSL influiscono sulla produttività delle imprese?

Angelo Castaldo, Stefano Daddi, Marco Forti, Alessia Marrocco,
Maria Alessandra Antonelli, Anna Rita Germani

1. Introduzione	213
2. La Salute e Sicurezza sul lavoro e le <i>performance</i> delle imprese	216
3. I dati	218
4. Strategia di identificazione	222
5. Risultati delle stime	226
6. Analisi di robustezza	228
7. Conclusioni	232
8. Bibliografia	233
Appendice A	236

pag.

Capitolo 12

Progettare le banche dati per disegnare buone politiche

Alessandro Marinaccio, Elena Ragazzi

1. Introduzione	237
2. L'interoperabilità delle banche dati per l'analisi epidemiologica	238
2.1. Progetto BIGEPI	239
2.2. Progetto Worklimate	241
3. L'interoperabilità dei dati per l'analisi valutativa: conclusioni dall'esperienza VIP-Moving	242
4. Riferimenti bibliografici	244

Ringraziamenti

Il presente volume racchiude la seconda parte dei risultati del progetto di ricerca VIP MOVInG (Valutazione degli Incentivi alla Prevenzione. MOdelli Valutativi sull'Impatto Generato dai Bandi ISI). Gli autori sono grati del supporto ricevuto dal Bando Ricerca In Collaborazione (BRIC 2019) che ha permesso la realizzazione degli approfondimenti illustrati. Gli autori desiderano ringraziare l'Inail per il supporto fornito dalla Direzione centrale Prevenzione (Dc prevenzione) e dagli esperti delle strutture centrali Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza centrale (Ctss), Consulenza statistico attuariale (Csa) e Direzione centrale organizzazione digitale (Dcod) in ogni fase della ricerca e per l'accesso completo ai dati panel su infortuni e imprese assicurate. L'apporto delle diverse professionalità presenti all'interno dell'Istituto ha reso possibile acquisire, nel corso dei numerosi incontri e delle interviste condotte, un'approfondita comprensione dei processi di implementazione, una ricostruzione dell'intervento in ottica diacronica attraverso la documentazione di monitoraggio, la costruzione e validazione dei dati amministrativi. Tutte queste conoscenze sono state essenziali ai fini della predisposizione del disegno valutativo e della costruzione di indicatori affidabili e di qualità per la sua realizzazione. Per merito di tale sinergia, l'attività di ricerca è stata svolta con approccio multidisciplinare e in un'ottica di integrazione delle competenze, funzionali alla condivisione di teorie e pratiche e all'ottimizzazione degli esiti. Gli autori desiderano esprimere i propri ringraziamenti in particolare a Ester Rotoli, Direttore centrale prevenzione, Vitaliano Chiodo (Ufficio III Dc prevenzione) per l'approfondimento del processo di implementazione e della sua evoluzione negli anni, Adelina Brusco, Giuseppe Morinelli e Silvia Amatucci (Csa) per il supporto alla conoscenza profonda dei dati, Ilaria Barra (Ctss) per la collaborazione all'individuazione degli indicatori valutativi, e a Pasquale Cotugno e Valeriano Isola (Dcod) per il supporto nella creazione e corretta interpretazione delle basi dati valutative.

Autori

Andrea Tardiola è Direttore generale dell'Inail. È stato capo segreteria del Ministro delle Infrastrutture e della Mobilità sostenibili durante il Governo Draghi e, per molti anni, Segretario generale della Regione Lazio. È stato professore a contratto presso la cattedra di Scienza dell'amministrazione dell'Università degli studi della Tuscia. È tra i fondatori dell'Associazione di studi Astrid.

Angelo Castaldo (Ph.D, M.Sc.) è Professore associato di Scienza delle Finanze presso il Dipartimento di Studi Giuridici ed Economici della Sapienza Università di Roma, dove insegna “Scienza delle Finanze” e “*Law and Economics I*”. Ha numerose pubblicazioni in ambito nazionale ed internazionale negli ambiti della valutazione delle politiche pubbliche, dell'efficienza della spesa pubblica, della *law and economics* ambientale, della disuguaglianza e della povertà, della crescita economica e degli investimenti infrastrutturali, del Welfare State. È referee di numerose riviste internazionali.

Elena Ragazzi è dirigente di ricerca presso l'Istituto di ricerca sulla crescita economica sostenibile del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IRCrES). È esperta in valutazione delle politiche pubbliche, con particolare riguardo alle politiche per la sicurezza. È professore a contratto presso il Politecnico di Torino. È convenor del WG D2.54 (Regulatory approaches to enhance EPU's cybersecurity frameworks) del CIGRE. È autore di più di 250 lavori di economica applicata e valutazione delle politiche, tra cui un numero speciale a ciò dedicato, curato insieme a S. Bourdin sulla RERU.

Lisa Sella è prima ricercatrice presso l'Istituto di ricerca sulla crescita economica sostenibile del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IRCrES). È esperta in analisi quantitativa e valutazione delle politiche pubbliche, con numerose pubblicazioni su riviste nazionali e internazionali. È inoltre professore a contratto di “Business Analytics” e di “Statistics for Business” presso l'Università di Torino.

Stefano Signorini (Ph.D., M.Sc.) è stato dirigente di Ricerca presso il Dipartimento di Medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale (DiMEILA) dell'Inail. Gli ambiti di ricerca di cui si occupa riguardano la valutazione di impatto degli investimenti pubblici con particolare riguardo agli incentivi per il miglioramento della salute e sicurezza del lavoro e lo studio di modelli per la creazione e la misurazione del Valore Pubblico.

Maria Alessandra Antonelli (Ph.D) è Professoressa associata di Scienza delle Finanze presso il Dipartimento di Studi Giuridici ed Economici della Sapienza Università di Roma, dove insegna Scienza delle Finanze e Economia Pubblica. Ha numerose pubblicazioni in ambito nazionale ed internazionale negli ambiti della valutazione delle politiche pubbliche, dell'efficienza della spesa pubblica, dei servizi locali e del Welfare State. È referee di numerose riviste nazionali e internazionali.

Maria Ilaria Barra (M.Sc. in Chimica e in Ingegneria della sicurezza) è Professionista presso la Consulenza Tecnica Salute e Sicurezza (CTSS) dell'INAIL. Si occupa di investimenti pubblici con particolare riguardo agli incentivi per il miglioramento della salute e sicurezza del lavoro e alla riduzione del premio assicurativo per interventi di miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro. Gli ambiti di ricerca riguardano la valutazione delle politiche pubbliche di SSL e la valutazione dei sistemi di gestione della salute e sicurezza sul lavoro in termini di riduzione del fenomeno infortunistico e di impatto sull'economia aziendale.

Giuseppe G. Calabrese è dirigente di ricerca presso il CNR-IRCrES, è stato docente a contratto presso l'Università di Torino e il Politecnico di Torino, ed è attualmente: responsabile scientifico dell'Osservatorio sulle trasformazioni dell'ecosistema automotive italiano ed editor in chief della rivista *International Journal of Automotive Technology and Management*. È autore di numerose pubblicazioni sui temi dell'economia e della politica industriale, dell'innovazione tecnologica e del cambiamento della struttura organizzativa e delle filiere produttive con particolare attenzione all'analisi finanziaria delle imprese tramite dati di bilancio.

Chiara Colagiacomo (M.Sc.) è Tecnico di Ricerca presso il Dipartimento di Medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale (DiMEILA) dell'Inail. I suoi ambiti di ricerca riguardano, con particolare riferimento alle PMI, la valutazione delle politiche pubbliche di SSL per il miglioramento delle misure di prevenzione e protezione del lavoro, le pratiche della consultazione e partecipazione dei Rls per il potenziamento del ruolo nei contesti organizzativi, lo studio dei modelli organizzativi volti ad innescare processi di sostenibilità sociale d'impresa coerenti con i principi del benessere.

Stefano Daddi (Ph.D.) è Ricercatore a tempo indeterminato in Statistica presso l'Istituto nazionale di statistica (ISTAT) nell'area della metodologia statistica. È stato consulente di ricerca presso il Dipartimento di Studi Giuridici ed Economici della Sapienza Università di Roma, l'IRPPS del CNR e l'Istituto Tagliacarne. È professore a contratto in materie statistiche presso diversi atenei sia pubblici che privati.

Gabriele D'Amore (Ph.D.) è Ricercatore a tempo indeterminato in Statistica presso l'Istituto nazionale di statistica (ISTAT) nell'area dei modelli per l'analisi economica e la valutazione delle politiche. È stato assegnista di ricerca presso il Dipartimento di Studi Giuridici ed Economici della Sapienza Università di Roma, occupandosi di valu-

tazione delle politiche pubbliche e modelli controfattuali, nonché per diversi anni professore a contratto in matematica finanziaria presso l'Università degli Studi della Tuscia di Viterbo

Eva Dettmann è dal 2002 ricercatrice presso l'Istituto per la ricerca Economica di Halle (IWH, Germania), dove ricopre il ruolo di vicedirettrice del CEP (Centre for Evidence-based Policy Advise). Dal 2023 collabora con il CNR-IRCrES come Associato di Ricerca. La sua ricerca si concentra sulle analisi microeconomiche, in particolare sulla valutazione delle misure di politica economica.

Greta Falavigna è prima ricercatrice presso il CNR-IRCrES. I suoi interessi scientifici riguardano principalmente l'economia applicata con particolare riguardo ai sistemi complessi e di deep learning per la valutazione finanziaria delle imprese. Tra i suoi interessi ricadono anche le tecniche non parametriche che sono state applicate a diversi contesti per la misurazione delle performance di imprese, ma anche ai sistemi sanitari e giudiziari. È professore a contratto presso il Politecnico di Torino del corso di economia politica e di economia e organizzazione aziendale.

Marco Forti (Ph.D) è assegnista di ricerca in Scienza delle Finanze presso il Dipartimento di Studi Giuridici ed Economici della Sapienza Università di Roma. Ha conseguito il dottorato in Statistica metodologica presso il Dipartimento di Scienze Statistiche della Sapienza Università di Roma e ha come interessi di ricerca l'analisi delle serie storiche, i processi a mistura finita ed i *functional data analysis*. Ha pubblicato in ambito di valutazione delle politiche pubbliche, della disuguaglianza e della povertà, nonché in ambito epidemiologico e negli studi di coorte.

Anna Rita Germani (Ph.D., M.Sc.) è professoressa associata in Politica Economica presso il Dipartimento di Studi Giuridici ed Economici della Facoltà di Giurisprudenza della Sapienza Università di Roma, dove attualmente insegna "Economia del Commercio e delle Imprese Multinazionali", "Analisi Economica del Diritto", ed "Economia e Politica degli Appalti e dei Contratti Pubblici". Ha numerose pubblicazioni su riviste internazionali e nazionali negli ambiti della *law and economics* applicata a tematiche ambientali, dell'analisi empirica sulla criminalità ambientale e sulle ecomafie, della valutazione relativa al nesso tra migrazioni e inquinamento, della *environmental justice*.

Alessandro Marinaccio è Dirigente di ricerca e Direttore del Laboratorio di epidemiologia occupazionale ed ambientale presso l'Istituto nazionale per l'assicurazione contro gli infortuni sul lavoro (Inail). Ha pubblicato oltre 200 lavori su riviste peer reviewed per i temi della sorveglianza epidemiologica delle malattie professionali, l'epidemiologia dei rischi oncogeni occupazionali e gli effetti del cambiamento climatico sulla salute e sicurezza del lavoro. È revisore per numerose riviste internazionali, fra cui The Lancet, ed è stato nominato Fellow del Collegium Ramazzini.

Alessia Marrocco è Ph.D. student in Economics presso la Facoltà di Economia della Sapienza Università di Roma. Esperta in valutazione delle politiche pubbliche, con particolare focus su valutazione delle policy in tema di Salute e Sicurezza sul Lavoro. Tutor in Scienza delle Finanze presso il Dipartimento di Studi Giuridici ed Economici della Sapienza Università di Roma. Co-autrice dell'articolo sulla Rivista internazionale "Applied Economics" dal titolo "*Drivers and frictions of workplace accidents: an empirical investigation of cross-country European heterogeneity*".

Arianna Radin ha un dottorato in sociologia ed è assegnista di ricerca presso l'Istituto di ricerca sulla crescita economica sostenibile del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IRCrES). Si occupa di studi sulla salute e sulla prevenzione.

Prefazione

Andrea Tardiola

Se la valutazione d'impatto è una metodologia preziosa per il *policy making*, la sua importanza è ancora maggiore per le politiche dedicate alla sicurezza del lavoro.

Un settore che si è storicamente sviluppato secondo un canone regolatorio di “pre-cetto e sanzione”, ovvero un dettagliato sistema di regole della sicurezza, sostenuto da un robusto impianto di vigilanza dal quale scaturiscono multe in caso di inottemperanza. Una impalcatura concettuale che conserva un indubbio valore e che ha meritoriamente contribuito alla progressiva riduzione dell'indice infortunistico nel lavoro, ma che ha generato anche un effetto di segregazione delle politiche della sicurezza rispetto alle altre politiche del lavoro e alle politiche industriali.

In qualche modo è come se la sicurezza sul lavoro sia stata trattata come una variabile indipendente dal lavoro stesso e dal modo di produrre. Tanto è doveroso garantire sicurezza che si è prestata massima attenzione alle sue tecniche puntuali, alle sanzioni per chi non provvede ad assicurarle, con la conseguenza di perdere di vista alcune determinanti esogene allo specifico comportamento lavorativo e produttivo, che possono invece intervenire in modo sostanziale per accrescere o diminuire il rischio insito nel lavoro stesso.

Prendiamo ad esempio le ben note regole per la sicurezza in edilizia. Sono le stesse norme e regole tecniche impiegate prima che entrasse nel vivo il PNRR. Eppure non sono cambiate quando il Piano ha generato un impatto fortissimo nel settore: cofinanziando le ristrutturazioni del c.d. 110 per cento, concentrando in un arco temporale molto limitato una dimensione di investimenti che altrimenti avrebbero conosciuto una realizzazione più dilatata, rendendo necessario il reclutamento tempestivo di manodopera, anche straniera. Sono tutti fattori (i cronoprogrammi ridotti, la scarsità di manodopera preparata e competente, il ricorso al subappalto, l'infiammata dei costi di produzione, ecc.) che possono incidere significativamente sul rischio dei cantieri e che richiedono una visione molto integrata del sistema economico per poter fornire soluzioni di sicurezza che tengano conto dell'evoluzione del ciclo economico.

È questo il contributo che può dare la metodologia di valutazione di impatto. Ed è quello che si è voluto fare con la ricerca presentata in questo volume, che è stata finanziata e cogestita dall'INAIL assieme al CNR-IRCRES e dal Dipartimento di Studi Giuridici ed Economici della Sapienza di Roma. Una ricerca che parte dall'obiettivo di misurare l'impatto delle risorse economiche trasferite da INAIL alle PMI per gli investimenti in sicurezza (cosiddetti Bandi ISI) e per indagare le correlazioni tra sicurezza del lavoro e *performance* economica aziendale.

In quest'ultimo quesito di ricerca si incardina lo sforzo di portare le politiche della sicurezza a essere un vero e proprio tassello degli interventi per la qualificazione e la competitività delle imprese. Imprese che fanno dell'attenzione alla sicurezza non solo un prerequisito funzionale, ma una delle leve per la propria crescita e consapevolezza organizzativa e produttiva.

Nell'esposizione dei risultati della ricerca gli autori confermano questa ipotesi, che è alla base della più recente strategia adottata in Italia per connettere la sicurezza allo sviluppo del sistema economico, e che si basa su un modello di intervento circolare:

1. investimenti in ricerca e innovazione attraverso partenariati con i principali poli di ricerca italiani e con i grandi gruppi industriali, a partire da quelli più coinvolti nell'attuazione del PNRR, perché il lascito del Piano non sia solo in termini di maggiore dotazione di infrastrutture materiali (stazioni, binari, impianti energetici, scuole, ecc.), ma anche una più moderna infrastruttura di conoscenza e di relazioni in tema di sicurezza;
2. investimenti per il trasferimento tecnologico, trasferimenti alle PMI per l'aggiornamento della dotazione impiantistica e dei modelli organizzativi e potenziamento dei meccanismi premiali sulla tariffa assicurativa per le imprese che investono in prevenzione;
3. valutazione di impatto di entrambi gli approcci, a partire da una progettazione degli interventi amministrativi che già incorporano la fase di valutazione, come accade per gli accordi tra INAIL e i grandi gruppi industriali (FS, ENEL, ASPI, ENI, ADR, ecc.) o per il c.d. "bando innovazione tecnologica (BIT)" lanciato al termine del 2022.

Una strategia assistita da una dote finanziaria che vede crescere in modo significativo le risorse messe a disposizione di INAIL, basti pensare che il bando ISI 2023 vede un sostanziale raddoppio superando la cifra dei 500 milioni di euro.

Si va configurando una vera e propria politica industriale nel dominio della sicurezza del lavoro che, insieme agli strumenti tradizionali – le regole tecniche, la formazione sin dai cicli scolastici – mira a proseguire nella riduzione dell'andamento infortunistico che si è registrato anche nella fase di superamento dell'emergenza COVID.

Questa crescita delle risorse economiche comporta anche una maggiore responsabilità sulla capacità di allocarle sugli strumenti più efficaci e nei settori più a rischio. Per questa ragione è prezioso il contributo di questo volume, e i contenuti di ricerca che intende diffondere, perché consolida un metodo evoluto e perché, come tutte le buone ricerche, accanto alle conferme (o alle smentite) accende il faro su nuovi e rilevanti interrogativi che permetteranno al sistema di progredire.

Introduzione

Elena Ragazzi, Angelo Castaldo, Lisa Sella

1. Introduzione

La valutazione sull'efficacia delle politiche è un cardine della *evidence based policy making* e dovrebbe avere ancora maggiore rilievo quando, a fronte di problemi socio-economici complessi come è quello della salute e sicurezza sui luoghi di lavoro, occorra capire quali strumenti siano maggiormente indicati per raggiungere gli obiettivi prefissati e come essi debbano essere implementati.

L'idea della proposta progettuale Vip-Moving¹ è nata dalla constatazione che, malgrado quanto ci si potrebbe attendere, non esiste evidenza sull'efficacia delle Politiche per la Salute e la Sicurezza sui luoghi di Lavoro (di seguito PSSL). Tale affermazione è vera in assoluto (in quanto il miglioramento a cui si è assistito nei decenni è tanto frutto di tali interventi quanto naturale effetto di un progresso nella concezione di dignità della persona e del lavoratore) ma anche in termini relativi (cosa funziona meglio fra i diversi strumenti impiegati). Tale deficit di approfondimenti scientifici porta con sé anche molti interrogativi su come tale valutazione andrebbe condotta.

Il progetto VIP-MOVIMG è stato avviato per colmare la lacuna descritta avviando uno studio sui Bandi ISI. Il valore aggiunto apportato da questo studio sperimentale si attesta su un triplice piano:

- Fornire indicazioni su come le metodologie utilizzate nel campo della valutazione di efficacia possono essere applicate nello specifico caso delle politiche per la sicurezza.
- Sperimentare, in un quadro caratterizzato dall'assenza di studi valutativi pregressi, tali approcci nella valutazione degli incentivi alla sicurezza e alla salute iniziando a costruire un patrimonio di conoscenze e di pratiche che potranno in futuro consentire ai futuri valutatori (esterni o interni) un più fondato giudizio sull'appropriatezza delle tecniche di valutazione e sulla loro concreta applicabilità in ambito PSSL (indicatori, metodi di valutazione).
- Fornire evidenze specifiche, sull'efficacia di un tipo di PSSL, che rappresenta la principale (per estensione della platea di imprese coinvolte e durata) esperienza eu-

¹ VIP-Moving (Valutazione degli Incentivi alla Prevenzione – Modelli Valutativi sull'Impatto Generato dai bandi ISI). Progetto finanziato dal Bando Ricerca In Collaborazione Inail 2019 – ID18.

ropea di utilizzo di incentivi per migliorare il livello di salute e sicurezza. Questo al fine di valutarne i punti di forza rispetto a strade alternative e di suggerire strategie per il suo miglioramento.

Qual è stato l'esito di tale lavoro? Il succo potrebbe essere riassunto in poche righe.

Ci sono numerose evidenze che i Bandi ISI (Bandi di Finanziamento a Fondo Perduto, promossi dall'INAIL per incentivare gli investimenti delle Imprese in interventi volti al miglioramento della sicurezza sul lavoro) riducano gli infortuni sul lavoro e rendano le piccole imprese italiane più produttive e resilienti. Dimostrare questo è tutt'altro che facile; ci sono numerose trappole che, se non adeguatamente considerate possono distorcere i risultati, e ci sono aspetti non valutabili con approccio quantitativo.

Dietro questo messaggio telegrafico e apparentemente semplice, c'è tutta una collezione di approfondimenti, di distinguo, di criticità e riscontrate e di possibili soluzioni individuate, oltre che di nuovi interrogativi sorti. Questo libro rappresenta una collezione degli approfondimenti realizzati dai ricercatori dell'Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile del consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IRCrES), del Dipartimento di Studi Giuridici ed Economici (DSGE) dell'Università Sapienza di Roma e del Dipartimento di Medicina, Epidemiologia, Igiene del Lavoro e Ambientale (DIMEILA) dell'Inail.

Il volume volutamente non dispone di una conclusione, sia per non ridurla a un pedestre esercizio di raccolta di conclusioni già presentate e discusse nei singoli capitoli, sia per sottolineare il fatto che questa esperienza valutativa assolutamente inedita non può costituire un punto di arrivo ma vuole aprire a nuove ricerche e approfondimenti.

Capitolo 1

L'impianto valutativo per comprendere l'efficacia dei Bandi ISI: Possiamo parlare di esperimento naturale?

Elena Ragazzi, Giuseppe Giulio Calabrese

1. Introduzione

I Bandi ISI sono stati introdotti per dare attuazione al Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro che, nell'ambito delle attività preventive, includeva l'avvio di iniziative sperimentali che facessero leva sui principi della responsabilità sociale d'impresa:

L'INAIL finanzia, con risorse proprie, anche nell'ambito della bilateralità e di protocolli con le parti sociali e le associazioni nazionali di tutela degli invalidi del lavoro, progetti di investimento e formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro rivolti in particolare alle piccole, medie e micro imprese e progetti volti a sperimentare soluzioni innovative e strumenti di natura organizzativa e gestionale ispirati ai principi di responsabilità sociale delle imprese (D.lgs. n. 81/2008, art. 11, comma 5).

Essi sono stati introdotti sperimentalmente nel 2010, rivisti nel loro impianto di esecuzione (ma non nella filosofia), e poi sempre mantenuti fino ad oggi, con la sola eccezione del bando 2019 (da implementarsi nel 2020), che fu annullato per poter utilizzare i relativi fondi per fronteggiare l'emergenza COVID. A seguito dell'enorme successo riscontrato, che andò forse oltre le aspettative, venne introdotto il meccanismo del *click-day* per la selezione delle domande. L'analisi empirica che costituisce l'oggetto di questo volume si concentra sui Bandi fra il 2010 e il 2018.

I Bandi ISI forniscono incentivi alle imprese che investono in sicurezza sui luoghi di lavoro (SSL da ora in avanti). Benché il dispositivo preveda che possano essere finanziati solo investimenti in prevenzione che vadano oltre agli obblighi di legge, essi sono stati un grandissimo successo dal punto di vista dei risultati. Le imprese hanno risposto all'appello: in media 23.500 imprese hanno provato a fare domanda ogni anno. E non sono imprese qualsiasi: sono prevalentemente unità produttive micro e piccole, ad alta intensità di lavoro, attive in settori caratterizzati da alto rischio occupa-

zionale. Quasi il sessanta per cento delle unità che fa domanda ha meno di 10 addetti, mentre il 91% ha meno di 50 addetti, qualificandosi come piccola impresa.

Questo volume è dedicato alla valutazione di efficacia di questo dispositivo, nato come sperimentale ma ormai, dopo 13 anni, considerabile come strutturale. Nel campo della SSL, si tratta dell'esperienza di incentivazione più longeva e riccamente dotata (con il bando 2023 si supereranno i tre miliardi di euro investiti nell'iniziativa) a livello mondiale. Se l'introduzione di questa politica è stata un'esperienza estremamente innovativa, altrettanto si può dire per la valutazione di impatto. Le ricerche valutative nel campo della SSL sono estremamente limitate, prevalentemente concentrate sull'efficacia dei meccanismi per ottenere l'applicazione delle regolamentazioni, mentre non ci sono noti lavori di valutazione sull'efficacia degli incentivi agli investimenti.

Questo percorso valutativo sarà articolato quanto lo sono i Bandi ISI, che si configurano come un programma complesso, composto da numerose misure, unite dal meccanismo di implementazione e dalla finalità generale, ma con oggetti, obiettivi specifici e secondari, e target, molto differenziati.

Il primo passo del percorso è rappresentato da una sintetica ripresa dell'analisi di implementazione, che ha ricevuto trattazione approfondita nella sezione III volume di Castaldo *et al.* (2023). Comprendere come i bandi siano stati implementati è fondamentale per scegliere il miglior impianto valutativo, ferma restando la decisione di adottare un approccio controfattuale, in modo da distinguere l'effetto degli incentivi di numerose variabili che caratterizzano il fenomeno infortunistico e che agiscono come fattori di confondimento nella valutazione di impatto (Ragazzi, Sella, 2023).

Proseguendo nel capitolo, il lettore troverà dunque una descrizione sintetica del funzionamento del bando, mostrando come l'adozione del *click-day* prefiguri una situazione di esperimento naturale favorevole per la valutazione di impatto. In seguito, la percorribilità di questa strada è discussa alla luce del fenomeno dell'attrito (*attrition*), cioè il fenomeno per cui una domanda selezionata non giunge a conclusione, con la liquidazione dell'incentivo a fronte della corretta realizzazione del progetto. Vengono presentati i dati per quantificare tale fenomeno, distinguendo le fasi del processo in cui ciò avviene. Infine, vengono mostrati dei dati di fonte Unioncamere per verificare se esista un diverso tasso di sopravvivenza nei vari gruppi che compongono l'attrito rispetto alle imprese liquidate.

2. Funzionamento dei Bandi ISI

I Bandi ISI vengono emessi a livello nazionale ogni anno nel mese di dicembre e implementati operativamente nell'anno successivo. Il bando nazionale si articola in una serie di bandi per le Regioni e le Province autonome, in modo da permettere di affinare la targhettizzazione sulla base delle caratteristiche dei territori.

Si rivolgono alle imprese che desiderano investire per la salute e la sicurezza dei propri lavoratori, ma non sono ammessi al finanziamento gli investimenti per adempiere a obblighi di legge. Offrono alle imprese un incentivo a fondo perduto la cui mi-

sura varia a seconda degli anni e degli assi, ma che è sempre consistente, soprattutto considerando la taglia delle imprese destinatarie; esso raggiunge una percentuale massima del 65% dell'importo investito, con un contributo massimo di 130.000€. L'entità dell'importo finanziabile non è irrilevante per assicurare la partecipazione delle imprese. Lo mostra il cambiamento avvenuto tra il bando 2012 e quello 2013¹, quando la quota di finanziamento venne portata dal 50% al 65% dell'importo speso e il contributo massimo da 100.000 a 130.000. Grazie a questi cambiamenti la partecipazione delle imprese passò da 17.764 a 32.073.

2.1. Le fasi dell'implementazione

L'assegnazione dei fondi avviene sulla base di un complesso iter che prevede quattro azioni da parte delle imprese (autocandidatura, partecipazione al *click-day*, invio della documentazione di progetto e invio della rendicontazione), e quattro azioni da parte di INAIL: la verifica automatica di eleggibilità, la selezione delle domande (potremmo dire la decimazione, visto che in media solo un'impresa su cinque di quelle che partecipano al *click-day* viene selezionata) attraverso le graduatorie in base al tempo del *click*, e due verifiche.

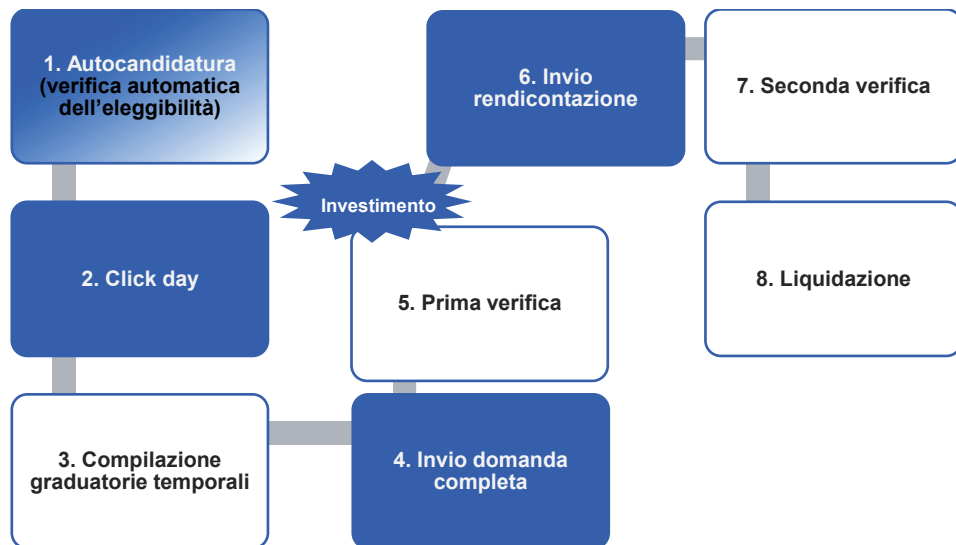
Vediamo nel dettaglio la sequenza temporale delle operazioni che compongono il processo di gestione dei Bandi ISI sintetizzata nella Figura 1, dove in blu sono indicate le azioni a carico dell'impresa e in bianco quelle a carico di INAIL; la fase uno è con riempimento sfumato, in quanto è l'impresa che si candida a partecipare al *click-day* con un progetto, ma è l'INAIL, attraverso i criteri caricati nella piattaforma che stabilisce se tale progetto è ammissibile per il finanziamento.

Si tratta di un processo molto complesso, disegnato per garantire un **buon equilibrio fra ampia partecipazione e selettività**. È noto, infatti, agli esperti di politica industriale che le imprese aderiscono malvolentieri a incentivi che siano impegnativi dal punto di vista della burocrazia. Il sistema disegnato per i Bandi ISI permette alle imprese di registrarsi inserendo poche e semplici informazioni (fase 1) autocertificate; l'invio della documentazione di progetto è richiesta solo alle imprese selezionate al *click-day*, che già hanno acquisito il diritto a ottenere l'incentivo a fronte di un progetto aderente ai requisiti.

Contemporaneamente questo permette alle strutture INAIL di ridurre il carico di lavoro, rispetto a un processo a graduatoria, in cui tutte le domande dei partecipanti dovrebbero essere vagliate.

¹ Per una rassegna delle specificità di ogni bando si veda Accorinti e Colagiaco (2020) e Colagiaco *et al.* (2023).

Figura 1. – Le fasi del processo di gestione dei Bandi ISI



Malgrado la semplicità della fase iniziale, per evitare che i sostanziosi incentivi forniti dai Bandi ISI vengano erogati a pioggia, il sistema prevede un triplice sistema di verifiche, che garantisce che i progetti finanziati abbiano effettivamente il merito di contribuire alla SSL:

- In fase di autocandidatura (1) si verifica lo stato di presunto bisogno. I criteri per il calcolo dell'eleggibilità favoriscono le imprese piccole, ad alta intensità di lavoro, in settori ad alto rischio.
- Durante la prima verifica (5) si accerta la qualità del progetto controllandone l'aderenza alle tipologie che in ogni bando sono state prescelte e la correttezza formale, inclusa quella delle informazioni fornite in Fase 1.
- Durante la seconda verifica (7) si accerta la qualità dell'investimento controllando l'aderenza rispetto a quanto previsto dal progetto.

A fronte di un indubbio aumento del contenuto preventivo delle realizzazioni finanziate con i Bandi ISI assicurato da questo processo, accade però anche che ad ogni fase inevitabilmente un certo numero di imprese che hanno manifestato interesse per il bando viene esclusa o abbandona. A partire da questa osservazione, per fini di monitoraggio, è possibile classificare le imprese partecipanti secondo una tassonomia che identifica la fase del processo raggiunta, presentata in Langastro *et al.* (2023). Le fasi dei Bandi ISI e le categorie che si generano in ciascuna di esse sono descritte nella Tabella 1. Si noti che tutte le imprese che escono dal processo prima di concluderlo, possono partecipare a bandi di anni successivi, mentre è esclusa la partecipazione a più di un bando o misura, anche con unità produttive differenti e su assi differenti.

Tabella 1. – Classificazione delle imprese in base alle fasi del processo dei Bandi ISI raggiunte

Fase	Descrizione	Classe di imprese	Note
Fase 1: Auto-candidatura	<p>Le imprese compilano la propria candidatura con una procedura guidata dalla piattaforma. Questa calcola un punteggio, basato sulle caratteristiche dell'impresa e del progetto. Se il punteggio supera una soglia predeterminata l'impresa riceve un codice per partecipare al <i>click-day</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se il punteggio ottenuto non supera la soglia, l'impresa è esclusa, esce dal processo e rientra nella categoria delle <i>non-ammissibili</i>. Le imprese <i>ammissibili</i> vanno avanti alla fase successiva. 	Non ammissibili	<ul style="list-style-type: none"> Vengono caricate solo informazioni semplici e standardizzate, nessuna descrizione dettagliata del progetto. Se un'impresa ha più unità locali o più PAT² può effettuare la simulazione sulla piattaforma per ciascuna di esse e scegliere una di quelle dove viene superata la soglia. Resta però l'obbligo di fare domanda e partecipare al <i>click-day</i> con una PAT sola. I dati di queste imprese possono darci informazioni sulle imprese interessate al bando ma non ammissibili. Non tutte le imprese <i>non-eleggibili</i> salvano la simulazione, alcune semplicemente escono dalla piattaforma; di conseguenza i dati sulle imprese non eleggibili non sono completi. Inoltre, nel DB ISI esse non sono distinguibili dalle <i>non-presenti</i>.
Fase 2: click-day	<p>Le imprese che sono risultate ammissibili il giorno del <i>click-day</i> possono accedere alla piattaforma con il codice unico ottenuto in fase di auto candidatura e inviare la domanda.</p> <ul style="list-style-type: none"> Se un'impresa non si presenta, esce dal processo e rientra nella categoria delle <i>non-presenti o no-shows</i>. Se un'impresa si presenta e partecipa al click rientra fra le <i>presenti</i> e viene inclusa nelle graduatorie. 	Non presenti	<ul style="list-style-type: none"> Nel DB ISI esse non sono distinguibili dalle <i>non-presenti</i>. Per queste imprese abbiamo le stesse informazioni parziali disponibili per le <i>non-ammissibili</i>, limitate a quelle caricate in fase di auto-candidatura. È difficile comprendere le motivazioni all'abbandono in questa fase. Una spiegazione potrebbe essere collegata al ruolo di spinta da parte dei consulenti. In tale ottica le caratteristiche di queste imprese potrebbero essere utili a caratterizzare la decisione di partecipare al bando, descrivendo le caratteristiche di imprese eleggibili che non manifestano interesse per i Bandi ISI. Per queste imprese abbiamo informazioni parziali, limitate a quelle caricate in fase di auto-candidatura.

² Posizione Assicurativa Territoriale. È il codice assegnato al momento della denuncia di esercizio dall'INAIL. Ogni impresa può avere una o più unità locali (stabilimenti, magazzini, uffici, ecc.); le unità locali sono ulteriormente suddivise se vi è più di un tipo di attività dichiarata.

Fase	Descrizione	Classe di imprese	Note
Fase 3: compilazione delle graduatorie	<p>Vengono compilate a livello regionale delle graduatorie sulla base del momento del <i>click</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> Le domande vengono <i>selezionate</i> per passare alla successiva verifica scorrendo queste graduatorie fino all'esaurimento dei fondi disponibili. Le domande che hanno fatto <i>click</i> troppo tardi escono dal processo rientrano fra le <i>non-selezionate</i>. 	Non selezionate	<ul style="list-style-type: none"> A causa dell'altissimo numero di domande i fondi si esauriscono molto velocemente e un tempo di pochi secondi può fare la differenza fra essere <i>selezionate</i> e <i>non-selezionate</i>. Lo scorrimento avviene in fasi successive perché si avvale negli anni più recenti dei fondi liberati dalle <i>drop-out</i>. Ci attendiamo che le caratteristiche di <i>selezionate</i> e <i>non-selezionate</i> non differiscano. Per queste imprese abbiamo informazioni parziali, limitate a quelle caricate in fase di auto-candidatura.
Fase 4: invio domanda completa	<p>Le imprese selezionate devono inviare la documentazione completa di progetto. Hanno un arco temporale per farlo, passato il quale sono escluse dal procedimento e i relativi fondi utilizzati per scorrere le graduatorie.</p> <ul style="list-style-type: none"> Le imprese che non inviano la documentazione escono dal processo e rientrano nella categoria dei <i>drop-out</i>. 	Drop-out	<ul style="list-style-type: none"> Non abbiamo informazioni sul motivo dell'abbandono, anche in questo caso la spiegazione potrebbe essere collegata al ruolo di spinta da parte dei consulenti, che convincono l'impresa a partecipare con clausola "salvo buon fine", cioè, chiedendo una percentuale sul finanziamento ottenuto in caso di successo. Quando l'impresa scopre di dover anticipare gran parte dell'importo e di dover produrre molta documentazione rinuncia all'opportunità già ottenuta. Questa categoria di imprese selezionate che decidono di non proseguire nel procedimento, ha caratteristiche specifiche, che la differenziano da chi va avanti. Essa può essere utile per caratterizzare la decisione di partecipare al trattamento. L'informazione è parziale: la banca dati raccoglie i primi dati inseriti nella procedura online.
Fase 5: prima verifica	<p>Gli uffici INAIL valutano la documentazione ricevuta e ne verificano la correttezza formale e il contenuto preventivo.</p> <ul style="list-style-type: none"> Le imprese che superano la prima verifica sono <i>ammesse</i> al finanziamento e, in alcuni casi, ricevono un anticipo. Le imprese che non superano la verifica rientrano fra le <i>non-ammesse</i> ed escono dal processo. 	Non ammesse	<ul style="list-style-type: none"> Le <i>non-ammesse</i> vengono escluse per decisione del finanziatore. La domanda può essere respinta per motivi tecnici e/o amministrativi. La bocciatura si riferisce quindi alla scarsa qualità del progetto. Per diminuire il peso di questa categoria, sono previsti dei servizi informativi e la possibilità di correggere piccoli errori formali. Le risorse che si liberano dalle domande non-ammesse vengono riutilizzate per il Bando ISI dell'anno successivo. L'analisi delle <i>non-ammesse</i>, suddivise per motivazione, è utile nella valutazione di processo, per fornire indicazioni per ridurre l'attrito con il miglioramento del processo di implementazione.

Fase	Descrizione	Classe di imprese	Note
Fase 6: Invio della documentazione sul progetto realizzato	<ul style="list-style-type: none"> – Le imprese hanno fino a 18 mesi per realizzare il progetto (si può chiedere una proroga di ulteriori sei mesi per documentati motivi). Devono poi provvedere a mandare la richiesta di saldo, corredata di documentazione descrittiva del progetto e di rendicontazione dei costi. – Le imprese che non inviano la richiesta di saldo escono dal processo e ricadono nella categoria delle <i>ammesse-drop-out</i>. 	Ammesse drop-out	<ul style="list-style-type: none"> – Non abbiamo nel DB ISI informazioni sulle motivazioni sui motivi dell'abbandono. – Queste vanno indagate attraverso indagini sul campo ad hoc, come nella ricerca descritta al Capitolo 6 di questo volume. – Possibili motivazioni riguardano la fragilità economico-finanziaria e l'entrata in una fase di crisi; le operazioni di <i>merge&acquisition</i>, le chiusure, il ricorso a finanziamenti alternativi. – Se l'impresa ha ricevuto un anticipo deve restituirlo oppure l'INAIL si avvale della garanzia fidejussoria richiesta per l'ammissione al finanziamento.
Fase 7: seconda verifica	<p>Gli uffici INAIL verificano la documentazione ricevuta e il progetto realizzato.</p> <ul style="list-style-type: none"> – Se la verifica dà esito negativo l'impresa risulta <i>ammessa-re-spinta</i> ed esce dal processo. – Se il progetto supera la verifica, l'impresa ha diritto al saldo e prende il nome di <i>ammessa liquidata</i>. 	Ammesse respinte	<ul style="list-style-type: none"> – Il database contiene sintetiche informazioni sulle motivazioni del rifiuto, che possono essere tecniche o amministrative o tecniche e amministrative. – Le imprese che non hanno superato la verifica devono restituire l'eventuale anticipo oppure l'INAIL si avvale della garanzia fidejussoria richiesta per l'ammissione al finanziamento.
Fase 8: Liquidazione	<p>Le imprese che arrivano a questa fase hanno concluso con successo il processo, hanno realizzato l'investimento in prevenzione e hanno ottenuto il finanziamento.</p>	Ammesse liquidate	<ul style="list-style-type: none"> – Le ammesse-liquidate sono le imprese completamente trattate attraverso l'incentivo fornito dai Bandi ISI.
	<p>Durante le due fasi di verifica possono nascere delle controversie che differiscono l'assegnazione alle categorie (<i>rispettivamente ammesse/non-ammesse</i> per la prima verifica e <i>ammesse-liquidate/ammesse-respinte</i> per la seconda verifica). Durante queste verifiche che decidono della continuazione del processo, le imprese vengono assegnate alla categoria <i>ammesse-sotto-verifica</i>.</p>	Ammesse sotto verifica	<ul style="list-style-type: none"> – Si tratta di una categoria residuale, creata per poter assegnare ogni record a una categoria. – Si tratta di una categoria transitoria: risolta la controversia, il record viene assegnato a un'altra categoria. – Si tratta di una categoria con bassa numerosità e di scarso interesse analitico. – Le numerosità sono elevate solo negli anni di bando recenti, in cui ci sono ancora molte pratiche oggetto di riesame e controversia.

Complessivamente le imprese che vengono lasciate da parte sono molte. Quelle, in particolare, che abbandonano dopo aver acquisito il diritto al finanziamento al *click-day*, e che nel prossimo capitolo chiameremo “*lost*”, sono una quota notevole delle selezionate e rappresentano il fenomeno dell'attrito.

2.2. Il *click-day* come esperimento naturale?

Durante la fase 2 del processo le imprese che hanno ottenuto un codice (un *ticket* nel gergo di implementazione) durante l'auto-candidatura perché eleggibili, devono formalmente presentare la propria domanda. Si tratta di accedere alla piattaforma nel giorno e nell'ora indicata³ con le credenziali ricevute durante l'autocandidatura e inviare la domanda precaricata.

Tutto si risolve in pochi minuti e il tempo che passa fra l'ultimo ammesso e il primo escluso è minimo. Questo porta a presumere che l'assegnazione ai due gruppi delle imprese *selezionate* e delle *non-selezionate* sia assimilabile a un'estrazione casuale e non dipenda dalle caratteristiche, osservabili o no, delle imprese e dei progetti. La selezione di merito e di qualità avviene rispettivamente in precedenza (durante l'auto-candidatura) e dopo (durante le verifiche). Se ne può quindi concludere che *la selezione effettuata dal click-day sia assimilabile a un esperimento naturale. La valutazione di impatto può configurarsi come un confronto fra imprese selezionate (gruppo dei trattati) e imprese non-selezionate (gruppo di controllo).*

Per i valutatori i casi di esperimento naturale sono una condizione da sogno: non richiedono tutto lo sforzo di persuasione e controllo per implementare correttamente l'assegnazione casuale al gruppo principale o a quello di controllo ma garantiscono la qualità e semplicità dei risultati dei *randomized control trials*. In condizioni di esperimento naturale si dimostra l'esistenza di un impatto verificando semplicemente l'esistenza di una differenza statisticamente significativa fra le medie della variabile obiettivo. L'impatto (*average treatment effect*, ATE) sarà la differenza fra la media dei trattati e quella dei non trattati.

Le valutazioni sperimentali, e con esse gli esperimenti naturali, hanno poche limitazioni e rischi di distorsioni nella stima, e queste sono principalmente dovute a problematiche di implementazione collegate alla *non-compliance with the assignment* (Martini & Sisti, 2009). Perché i risultati siano attendibili, occorre che le unità permangano nel trattamento per tutto l'esperimento e che lo facciano restando nel gruppo a loro assegnato. Nel caso dei Bandi ISI purtroppo *si verificano tutte le possibili condizioni di non adesione al gruppo di trattamento, con imprese che escono dal trattamento assegnato sia nel gruppo principale sia nel gruppo di controllo*. In particolare:

- *Imprese del gruppo non-selezionate che partecipano a bandi successivi e ottengono l'incentivo* (questo è possibile per i regolamenti dei Bandi mentre non è possibile che un'impresa che ha ottenuto l'incentivo partecipi di nuovo prima che siano passati tre anni). Queste imprese possono essere escluse dal gruppo di controllo grazie ad adeguate verifiche nel DB, ma resta una distorsione per il fatto che esse mostrano una maggiore determinazione a realizzare l'investimento e quindi o una maggiore sensibilità alla SSL o un maggiore bisogno (direzione del bias non ipotizzabile a priori ma sicuramente presente).

³ Per un calendario completo delle date dei *click-day* negli anni dello studio si veda la Tabella 1 in Colgiacomo *et al.* (2023). Anche da tale calendario si comprende come il processo sia in ogni caso molto rapido. Negli ultimi bandi la finestra di apertura è limitata a venti minuti.

- **Imprese del gruppo *non-selezionate* che realizzano comunque l'investimento con altri finanziamenti o con fondi propri.** Questo effetto, chiamato *cross-over*, causa una *sottostima* dell'impatto perché alcune imprese del gruppo controfattuale risultano nei fatti trattate. Il problema può essere particolarmente rilevante per tipologie di investimenti in cui l'importo da sborsare non sia elevato, come nel caso dei modelli per la gestione del rischio; oppure per quelle politiche di incentivazione in cui il peso dell'incentivo non sia elevato.
- **Imprese del gruppo *selezionate* che non portano a termine il trattamento.** Queste imprese che rinunciano al trattamento fin dall'inizio (le *drop-out* della nostra classificazione) o alla fine (le *ammesse-drop-out*), unite a quelle che non sono ammesse al trattamento per aver presentato progetti o investimenti non aderenti alle regole del bando (sono le imprese *not-admitted* e *admitted-failed*), generano il fenomeno dell'*attrition*. Tradotto in termini valutativi, sono imprese che non hanno rispettato il tipo di trattamento a cui sono state assegnate.

La parte che segue di questo capitolo e il capitolo successivo sono dedicati all'analisi del fenomeno dell'attrito nei Bandi ISI, che risulta fondamentale per comprendere quale sia il corretto approccio valutativo da adottarsi.

In presenza di attrito e, più in generale, di non conformità, il valutatore osserva la differenza fra imprese "conformi". In generale, tuttavia, lo ATE sui soggetti conformi e sull'intera popolazione sono equivalenti solo se i soggetti conformi e quelli non conformi sono comparabili in termini di variabili, osservabili e no, che influenzano il risultato (Huber, 2013). Se nella politica analizzata c'è un *attrition* consistente, può esserci differenza fra conformi e non conformi, per cui la differenza osservata fra trattate e non trattate (conformi) è distorta e la valutazione non può più basarsi su un semplice test di differenza fra medie. La valutazione *dif-in-dif* (differenze delle differenze, che confronta, cioè, se il **cambiamento** nella variabile obiettivo è diverso nei due gruppi) può venire in aiuto se la differenza che c'è nei due gruppi prima del trattamento si mantiene costante nel tempo. Se invece l'ipotesi di **trend paralleli** è violata, occorre adottare strategie di valutazione differenti, basate per esempio sul *matching* oppure valutare l'intenzione di trattare, includendo nel gruppo principale tutte le imprese selezionate per il trattamento, indipendentemente dall'esito finale del processo.

Nel paragrafo che segue daremo una quantificazione del fenomeno dell'attrito, nelle sue varie componenti, in modo da comprendere se la sua consistenza è in grado di mettere in crisi l'impianto di valutazione basato sull'esperimento naturale. Nel Capitolo 2, daremo ulteriore forza a tale considerazione, approfondendo le caratteristiche dei gruppi che fanno parte dell'attrito e valutando se i loro profili si discostano rispetto a quelli delle imprese completamente trattate.

3. Quantificazione dell'attrito nei Bandi ISI

Abbiamo visto che, per delle ottime ragioni, il processo dei Bandi ISI è molto complesso. Ma tale complessità genera molteplici occasioni di abbandono, ciascuna spiegabile da motivazioni proprie. Per analizzare quantitativamente il fenomeno, applicheremo

la tassonomia sviluppata in Langastro *et al.* richiamata nella Tabella 1. I dati per l'analisi dell'attrito sono invece riportati in appendice per la dimensione delle relative tabelle.

Prima di analizzare i dati occorre soffermarci definendo quali categorie entrano nell'insieme dell'attrito nel caso dei Bandi ISI. Propriamente **si parla di attrito quando un trattato abbandona dopo che la decisione di trattare è stata presa e comunicata all'individuo o impresa**. Ma nel caso dei Bandi ISI anche questa decisione è suddivisa in molti momenti, quante sono le fasi che portano all'assegnazione del diritto a ricevere l'incentivo: l'auto-candidatura, che determina se l'impresa è ammissibile al bando, il *click-day*, che decide le imprese selezionate per presentare domanda, e la prima verifica, che decide quali di queste domande sono effettivamente ammesse. Considerato in senso stretto l'attrito include solo le imprese che abbandonano dopo questa decisione di trattare e dopo che quindi hanno ottenuto il potenziale diritto a ricevere l'incentivo; questo porterebbe a includere nell'attrito solo le *ammesse-drop-out* e le *ammesse-respinte*.

Poiché però è presumibile che anche chi abbandona nel corso di questa "decisione frazionata" abbia caratteristiche potenzialmente non indipendenti dall'*outcome*, e poiché anche queste imprese restano escluse sia dal controfattuale sia dai trattati, noi le abbiamo incluse ugualmente nell'analisi dell'attrition. In altri termini, considerando la finalità valutativa, **è fondamentale analizzare la consistenza e le caratteristiche di tutti i gruppi di imprese che abbandonano dopo essere state selezionate**, incluse quindi anche le *drop-out* e le *non-ammesse*, perché si tratta di scelte che implicano non conformità alla decisione di trattamento. Al contrario le *non-presenti* (pur avendo probabilmente anch'esse caratteristiche peculiari) abbandonano il percorso prima dell'assegnazione casuale al gruppo dei trattati o al gruppo di controllo.

Nel commento ci concentreremo sugli indicatori specifici per l'analisi dell'attrito riportati nella Tabella 8. I dati complessivi su tutte le categorie, riportati in Tabella 6 per quanto riguarda i valori assoluti e in Tabella 7 in valori relativi, sono presentati per completezza di informazione. Ci concentreremo inoltre sui bandi dal 2011 al 2018 perché il Bando 2010 ha seguito un iter diverso e anche la contabilizzazione delle informazioni non è uniforme con gli altri bandi (mancano alcune disaggregazioni); conviene dunque considerare confrontabili solo le statistiche sui bandi dal 2011 in poi.

Si osserva innanzitutto che l'attrito nel periodo 2011-2018 assume in media un valore prossimo al 40%. Significa che in media quattro imprese selezionate su dieci non completa l'investimento. Possiamo quindi fin da subito dire che questo problema è estremamente consistente e potenzialmente in grado di inficiare le stime basate sull'approccio esperimento naturale.

Negli anni il peso dell'attrito si riduce notevolmente fino al Bando 2015. Questo risultato è stato ottenuto grazie a continui miglioramenti del processo per rendere sempre più facile la domanda e attrattivo il bando. Poi a partire dal Bando 2016 il peso delle imprese selezionate che non concludono il percorso torna a crescere decisamente. A parziale spiegazione di questo fenomeno va ricordato che, a partire dal Bando 2016 vennero introdotti i bandi miranti a specifici settori industriali ad alto rischio, con l'intento di raggiungere imprese che fino ad ora non avevano deciso di partecipare ai bandi pur avendo bisogno di migliorare il proprio livello di sicurezza. Probabilmente questo accesso di imprese poco use o inclini alla burocrazia dei bandi ha implicato un maggior numero di domande respinte o ritirate.

È anche interessante osservare come **il peso dell'attrito sia correlato con la quota di imprese selezionate sulle partecipanti**. Questo rapporto è un indicatore del livello di competitività dei bandi, con un valore basso che indica che vi sono molte imprese a contendersi i fondi disponibili; di conseguenza solo una quota minore riesce ad essere finanziata. Probabilmente, quando c'è molta competizione sulle risorse del bando, le imprese si attivano di più a realizzare buone proposte e a portarle a termine. Va anche osservato che gli anni con maggiore competitività, il 2014 e il 2015, furono interessati a un dibattito sui bandi, durante il quale si fece una riflessione, ipotizzando anche di concluderli, o di mantenerli con un budget più ridotto o con nuove priorità (come nei fatti avvenne negli anni immediatamente successivi). Anche questo può aver influito sulla determinazione delle imprese interessate a investire in sicurezza a farlo in modo conforme in modo da ottenere quelli che avrebbero potuto essere gli ultimi incentivi a disposizione.

Entrando nel dettaglio delle varie componenti dell'attrito, si nota che esso si genera principalmente attorno alla prima verifica. Il raggruppamento che pesa di più all'interno dell'attrito è rappresentato dalle domande respinte alla prima verifica, seguito dalle domande selezionate ma per le quali non viene in seguito inviata la documentazione, categorie che pesano in media rispettivamente 19,9% e 7,5%. La seconda verifica blocca solo l'1,7% delle domande, ma un altro 7,5% di casi non invia la richiesta di liquidazione.

4. Una prima profilazione delle imprese selezionate

Gli incentivi ISI sono la promessa di un regalo di 130.000€. Sembra difficile credere che vi si possa rinunciare, ma in realtà possono essere formulate numerose ipotesi per giustificare una tale scelta. Fra queste un ruolo importante ha il tema della sopravvivenza e, più in generale, della crisi di impresa. Un'impresa che abbia gravi squilibri finanziari potrebbe non riuscire ad anticipare i costi per realizzare l'investimento o, comunque, avere priorità diverse, legate alla sopravvivenza. Un'impresa che entri in una procedura concorsuale inevitabilmente bloccherà gli investimenti programmati. Anche un'impresa acquisita da terzi potrebbe entrare in una fase di radicale ristrutturazione, in cui l'investimento programmato potrebbe non essere più coerente.

Come primo passo per iniziare a comprendere quali siano le caratteristiche delle imprese che non arrivano in fondo al percorso rispetto a quelle liquidate, abbiamo deciso di analizzarne i profili per quanto riguarda la situazione giuridica (imprese attive, cessate e fallite).

4.1. Aspetti metodologici

Le informazioni sullo stato giuridico non sono disponibili nella banca dati Aziende. È stato quindi necessario ricavare tale informazione da altre fonti. La fonte di dati è stata per le imprese individuali e per le società di persone InfoCamere, e per le società di capitali il database Aida di Bureau van Dijk. Il ricorso alla fonte Infocamere è stata l'unica alternativa per riuscire ad avere una panoramica completa del problema, che arrivasse ad includere anche le forme più semplici di imprese. Poiché i Bandi ISI mi-

rano a raggiungere le microimprese, che sono una quota importante delle partecipanti, si è ritenuto che escluderle completamente dall'analisi fosse una grave limitazione.

Questo ha però limitato notevolmente le possibilità di analisi in quanto le uniche informazioni disponibili, oltre ai dati anagrafici di base come forma giuridica, sede o anno di costituzione, riguardavano le tre situazioni già citate ([impresa attiva](#), [impresa cessata](#), [impresa fallita](#)), senza alcuna possibilità di identificare le imprese che fossero per esempio in insolvenza o in amministrazione controllata. L'analisi qui presentata assumerà quindi una forma molto semplice, rimandando al capitolo successivo per analisi più approfondite sulle determinanti del rischio di abbandono, che saranno però purtroppo limitate alle sole società di capitali presenti sulla banca dati AIDA.

Il punto di vista per la creazione della base dati di analisi è stato quello delle domande. L'analisi è stata limitata ai bandi dal 2013 in avanti sia per considerare bandi omogenei fra loro (dal 2013 sono aumentati i limiti massimi dell'incentivo, sia in termini assoluti, sia relativi), sia a causa di limiti delle banche dati stesse. Abbiamo inoltre scelto di non considerare i bandi agricoltura, in quanto le imprese agricole sono rappresentate in modo più lacunoso nelle banche dati di tipo finanziario. Con queste limitazioni, il *data-set* di analisi è formato da 20.296 domande provenienti da 19.311 imprese.

Sulla base dei dati a disposizione, il campione di imprese è stato suddiviso in varie classificazioni: la forma giuridica; la situazione giuridica; l'area geografica dove ha sede l'attività produttiva principale e l'anno di costituzione dell'impresa.

La [forma giuridica](#) comprende quattro categorie: le [imprese individuali](#) (riconoscibili nel DB dei Bandi ISI dal codice fiscale alfanumerico) che coprono il 16,2% del campione; le *società di persona* con codice fiscale solo numerico (vale a dire le società semplici, le società di fatto, le società in accomandita semplice e le società in nome collettivo) che rappresentano il 14,9% delle imprese analizzate; le [società di capitali](#) (le società per azioni comprese quelle a socio unico, le società a responsabilità limitata comprese quelle a socio unico o a capitale ridotto o semplificate) che costituiscono il 65,7% del campione; infine le [altre società](#) (3,2% del campione) che tendenzialmente fanno riferimento al [non-profit](#) e raggruppano le diverse modalità di cooperative, i consorzi e gli enti vari.

Le diverse modalità inerenti alla situazione giuridica sono state raggruppate in tre macrocategorie, sulla base della classificazione fornita da Infocamere: le [imprese attive](#) anche se in insolvenza, in amministrazione controllata o cessate per fusione-scissione (92,3% del campione); le [imprese cessate](#) in modo autonomo o in fase di liquidazione (6,3%) e infine le [imprese fallite](#) (1,4%).

Sono state identificate cinque aree geografiche estrapolando come regione singola solo la Lombardia (14,9% del campione) per ragioni di dimensionamento e peculiarità. A questa regione sono state aggiunte le aree del Nord-Ovest (9,9% delle imprese del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta); del Nord-Est (19,3% delle imprese del Veneto, Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia e Trentino-Alto Adige); del Centro Italia (24,5% delle imprese del Toscana, Marche, Lazio e Umbria) e del Sud comprendete anche le isole (31,3% delle imprese di tutte le altre regioni).

L'anno di costituzione delle imprese è stato classificato in sei periodi: fino al 1969 (4,5% del campione) che comprende le poche imprese nate addirittura nel XIX secolo, quelle fon-

date nella prima metà del XX secolo alle quale sono state aggiunte quelle costituite fino al boom economico; e i cinque decenni successivi: fino al 1979 (7,8% delle imprese); fino al 1989 (17,2%); fino al 1999 (22,6%); fino al 2009 (28,8%) e fino al 2017 (19,0%).

4.2. Analisi dell'attrito secondo le diverse classificazioni

L'analisi dell'attrito secondo le diverse classificazioni esplicitate nella sezione metodologica consente di verificare, attraverso il confronto con i dati medi, se determinate categorie evidenziano delle differenziazioni significative.

Anticipiamo nell'affermare che i test del chi quadro⁴ e quello di correlazione, evidenziano per tutti i livelli di attrito sempre un'elevata dipendenza con tutte le classificazioni, sempre con affidabilità superiore al 99%, e sempre una consistente correlazione tra le due categorie anche se i diversi coefficienti di contingenza, e in particolare il V di Cramer, non evidenziano un'elevata connessione.

Nella Tabella 2 i livelli di attrito sono stati confrontati con la forma giuridica delle imprese. Confrontando con i dati medi si può osservare che le società di persone e di capitale, ed in particolare le prime, ottengono risultati superiori per le domande Ammesse e Liquidate.

Le imprese meno strutturate come le ditte individuali o le altre società, sono maggiormente rappresentate nelle due categorie dei *drop-out*, anche se selezionate o ammesse si sono autoescluse non presentando la documentazione richiesta, e delle non ammesse. Interessante osservare come le società di persone che dovrebbero essere meno strutturate organizzativamente ottengano percentuali inferiori rispetto alle società di capitali in tutte e quattro le categorie di attrito, mostrando quindi una buona tenuta lungo il processo.

Tabella 2. – Distribuzione delle domande a seconda della forma giuridica e i livelli di attrito (%)

Forma giuridica	Drop-Out	Non ammesse	Ammesse drop-out	Ammesse respinte	Ammesse liquidate	Totale
Impresa individuale	8,5	23,2	5,7	1,3	61,3	100
Società di persone	6,8	18,6	4,6	0,9	69,0	100
Società di capitale	7,0	20,5	5,8	1,5	65,3	100
Altre società	8,7	28,8	8,9	2,5	51,1	100
Totale	7,3	20,9	5,7	1,4	64,7	100

Fonte: Nostre elaborazioni su dati INAIL, Infocamere e AIDA.

Nella Tabella 3 i livelli di attrito sono stati confrontati con la situazione giuridica dell'impresa. Confrontando con i dati medi, viene confermata la maggior propensione a rientrare nelle categorie dell'attrito per le imprese finanziariamente deboli, vale a dire le imprese che, successivamente alla domanda ai Bandi ISI sono cessate per propria iniziativa o sono fallite.

⁴ Per cui il primo consente di effettuare una valutazione statistica sintetica nel verificare l'esistenza della dipendenza o indipendenza tra i quattro livelli di attrito con o senza l'aggiunta delle domande ammesse e liquidate e singolarmente le quattro classificazioni.

È interessante osservare che solo il 29,2% delle domande delle imprese che sono fallite (evidentemente dopo la conclusione del processo) è stata liquidata, segno che le difficoltà del futuro fallimento già si manifestano in precedenza come rinuncia a proseguire o come poca qualità nei progetti presentati. In tutti e quattro i livelli di attrito le imprese fallite evidenziano significativi gap rispetto ai valori medi.

Incrociando i dati con la forma giuridica, tra le imprese fallite si evidenziano le imprese strutturalmente più deboli come le imprese individuali con il 49,2% delle domande ammesse e liquidate segno che sono state maggiormente in grado di mascherare le debolezze.

Situazione simile ma inevitabilmente più attenuata concerne le domande ammesse e liquidate delle imprese cessate, 49,1% del totale del raggruppamento rispetto al valore medio del 64,7%. In questo caso sempre le imprese individuali si differenziano notando una percentuale superiore alla media (57,7%).

Tabella 3. – Distribuzione delle domande a seconda della situazione giuridica e dei livelli di attrito (%)

Situazione giuridica	Drop-Out	Non ammesse	Ammesse drop-out	Ammesse respinte	Ammesse liquidate	Totale
Attiva	7,0	20,4	5,0	1,2	66,3	100
Cessata	9,9	25,6	12,8	2,5	49,1	100
Fallita	11,7	29,9	23,0	6,2	29,2	100
Totale	7,3	20,9	5,7	1,4	64,7	100

Fonte: Nostre elaborazioni su dati INAIL, Infocamere e AIDA.

Dalla Tabella 3 si può osservare dunque che la fragilità finanziaria e le operazioni di chiusura e acquisizione sono predittive del rischio di attrito in tutte le fasi, ma con particolare intensità per l'abbandono a fine progetto (ammesse-drop-out e ammesse respinte).

Nella Tabella 4 i livelli di attrito sono stati confrontati con l'area geografica della sede produttiva dell'impresa. Le imprese meridionali evidenziano una percentuale di domande ammesse e liquidate (50,8%) significativamente inferiore rispetto al dato totale, distinguendosi particolarmente tra le non ammesse (29,7% rispetto al valore medio del 20,9%). Tale differenziazione non sembra dovuta a effetti di composizione dovuti alla prevalenza di determinate forme o situazioni giuridiche e quindi sembrerebbe collegata a una minore cultura di impresa che porta a progetti meno accurati.

Tabella 4. – Distribuzione delle domande a seconda dell'area geografica e i livelli di attrito (%)

Area geografica	Drop-out	Non ammesse	Ammesse drop-out	Ammesse respinte	Ammesse liquidate	Totale
Nord-Ovest	5,4	20,3	5,4	2,8	66,1	100
Lombardia	3,7	12,8	3,5	1,0	78,9	100
Nord-Est	5,4	15,2	3,6	1,0	74,8	100
Centro	7,3	19,4	6,9	1,3	65,2	100
Sud	10,7	29,7	7,3	1,4	50,8	100
Totale	7,3	20,9	5,7	1,4	64,7	100

Fonte: Nostre elaborazioni su dati INAIL, Infocamere e AIDA.

Da segnalare le regioni del Nord-Ovest che denotano una percentuale doppia (2,8%) rispetto al valor medio (1,4%) per le domande ammesse respinte (*Admitted Failed*).

Infine, la Tabella 5 evidenzia la distribuzione delle domande a seconda del periodo di costituzione dell'impresa nei livelli di attrito.

È evidente una relazione inversamente proporzionale tra età dell'impresa e tutti e quattro i livelli di attrito. Al diminuire dell'età dell'impresa aumenta la percentuale di domande che progressivamente si "perdono". Di conseguenza si verifica una relazione direttamente proporzionale tra periodo di costituzione dell'impresa e domanda Ammessa e Liquidata.

Le imprese di più recente costituzione, in particolare quelle fondate nel secolo corrente, che denotano percentuali superiori nei livelli di attrito sono la categoria delle altre società e in parte delle imprese individuali.

Tabella 5. – Distribuzione delle domande a seconda del periodo di costituzione dell'impresa e dei livelli di attrito (%)

Periodo di costituzione	Drop-out	Not Admitted	Admitted drop-out	Admitted Failed	Admitted Liquidated	Totale
Fino al 1969	4,6	14,8	4,0	1,4	75,2	100
Dal 1970 al 1979	5,4	14,5	4,4	1,6	74,1	100
Dal 1980 al 1989	5,4	16,6	4,3	1,2	72,4	100
Dal 1990 al 1999	6,9	19,5	4,6	1,2	67,8	100
Dal 2000 al 2009	7,8	21,4	6,7	1,5	62,7	100
Dal 2010 al 2017	10,1	30,3	7,9	1,4	50,3	100
Totale	7,3	20,9	5,7	1,4	64,7	100

Fonte: Nostre elaborazioni su dati INAIL, Infocamere e AIDA.

5. Conclusioni

Nel caso dei Bandi ISI, l'attrito assume proporzioni decisamente consistenti, visto che il 40% delle imprese selezionate al *click-day*, cioè quando avviene l'assegnazione casuale al gruppo di trattamento o al gruppo di controllo, non conclude il progetto.

Questo fenomeno è un problema per l'INAIL perché si tratta di investire risorse di personale per gestire delle pratiche che poi non vanno a buon fine. Inoltre, le pratiche non concluse implicano che le relative quote di *budget* non verranno utilizzate, riducendo così la quota delle risorse allocate al Bando che vengono spese. Questo **indicatore di avanzamento finanziario** è notoriamente un indice utilizzato per rappresentare la qualità dell'implementazione di una politica. In realtà quest'ultimo problema è stato parzialmente risolto nelle ultime edizioni dei bandi, prevedendo tempi più brevi per l'invio delle domande, in modo da poter immediatamente riutilizzare le risorse liberatesi dalle *drop-out* per far scorrere ulteriormente le graduatorie. Si è anche trovato il modo di riutilizzare le rilevanti risorse connesse alle domande non ammesse, re-impiegando i relativi fondi nel bando dell'anno successivo. Dal punto di vista dell'avanzamento finanziario, resta quindi solo il problema connesso a quel 9,2% di pratiche che si bloccano in connessione alla seconda verifica (*ammesse-drop-out* o *ammesse-respinte*).

INAIL può ancora naturalmente lavorare al miglioramento del processo per favorire la presentazione di domande di qualità, ma un'ulteriore riduzione dell'attrito dovrebbe probabilmente passare attraverso una profilazione delle domande per escludere quelle relative a imprese a maggiore rischio di abbandono. Il lavoro incluso nel capitolo che segue mira anche a identificare le variabili maggiormente in grado di prevedere questo abbandono. [La prima profilazione delle imprese, inclusa nel paragrafo 4 di questo capitolo, sottolinea come la fragilità economico-finanziaria, che porta in molti casi ma non sempre, al fallimento, è anche probabilmente in grado di prevedere l'abbandono.](#)

Un attrito di peso così consistente risulta anche un grave problema per il valutatore, che vede cadere la possibilità di valutare l'impatto come semplice confronto fra imprese selezionate al *click-day* e imprese non selezionate. Questo confronto potrebbe essere affetto da distorsione nel caso molto probabile in cui le caratteristiche delle imprese che adottano comportamenti non conformi all'assegnazione iniziale (cioè, investono pur non essendo state selezionate o non investono essendo state selezionate, queste ultime ricadenti nell'attrito) siano differenti rispetto a quelle delle imprese conformi. [L'analisi sui profili delle categorie di imprese che compongono l'attrito, rispetto alle imprese che completano l'investimento e ricevono l'incentivo è quindi anche funzionale a confermare il rischio di distorsione sull'impatto osservato.](#) Queste indicazioni confermano l'importanza di approfondire le caratteristiche dell'attrito, nonché di realizzare le valutazioni con approcci che permettano di contrastare gli effetti delle violazioni al principio della conformità di trattamento.

6. Riferimenti bibliografici

- Accorinti, M. & Colagiaco, C. (2020). Valutare gli incentivi alla salute e alla sicurezza sul lavoro: approcci e domande valutative. In Ragazzi, E. (a cura di). *L'efficacia degli incentivi agli investimenti in sicurezza* (Quaderni IRCrES, 5/2). Moncalieri, TO: CNR-IRCrES, 17-33. <http://dx.doi.org/10.23760/2499-6661.2020.007>.
- Castaldo, A., Ragazzi, E. & Sella, L. (a cura di) (2023). *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro? Concezione, contesto e implementazione dei Bandi ISI INAIL*. Giappichelli, Torino.
- Colagiaco, C., Radin, A., Ragazzi, E. & Le, T.N. (2023). Analisi diacronica delle iniziative ISI. In *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro? Concezione, contesto e implementazione dei Bandi ISI INAIL*. Giappichelli, Torino.
- Huber, M. (2013). A simple test for the ignorability of non-compliance in experiments. *Economics Letters*, Volume 120, Issue 3, 389-391, <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2013.05.018>.
- Langastro, A., Ragazzi, E., Sella, L. & Benati, I. (2023). Monitoraggio e valutazione dei Bandi ISI: una tassonomia delle imprese. In *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro? Concezione, contesto e implementazione dei Bandi ISI INAIL*. Giappichelli, Torino.
- Martini, A. & Sisti, M. (2009). *Valutare il successo delle politiche pubbliche*. Il Mulino, Bologna.
- Ragazzi, E. & Sella L., (2023). Analisi delle policy: nessi causali, variabili e indicatori del problema valutativo. In *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro? Concezione, contesto e implementazione dei Bandi ISI INAIL*. Giappichelli, Torino.

7. Appendice: dati statistici sulla consistenza delle imprese partecipanti

Tabella 6. – Ripartizione delle domande secondo la fase del processo raggiunta – numeri assoluti

Anno Bando	Non ammissibili - non presenti	Non selezionate	Drop-out	Non ammesse tecniche	Non ammesse amministrative	Non ammesse tecniche e amministrative	Ammesse sotto verifica	Ammesse drop-out	Ammesse respinte	Ammesse liquidate	Totale domande
2010	17.112	-	1	171	41	124	18	170	73	842	18.552
2011	5.657	16.312	451	621	87	213	52	648	126	2.118	26.285
2012	4.636	9.438	333	537	86	247	48	465	117	1.857	17.764
2013	9.092	18.770	266	447	78	186	47	345	89	2.753	32.073
2014	4.250	19.547	181	357	79	140	26	221	47	2.383	27.231
2015	4.342	20.261	184	274	107	133	31	207	42	2.404	27.985
2016	3.547	16.750	295	289	272	322	45	291	72	2.732	24.615
2017	2.540	12.880	263	462	209	271	79	143	32	2.281	19.160
2018	1.928	11.251	454	456	304	289	786	105	29	3.022	18.624
Totale	53.104	125.209	2.428	3.614	1.263	1.925	1.132	2.595	627	20.392	212.289
Tot. 2011-2018*	35.992	125.209	2.427	3.443	1.222	1.801	1.114	2.425	554	19.550	193.683

* Il Bando 2010 ha seguito un iter diverso e anche la contabilizzazione delle informazioni non è uniforme con gli altri bandi, conviene dunque considerare confrontabili solo le statistiche sui bandi dal 2011 in poi.

Tabella 7. – Ripartizione delle domande secondo la fase del processo raggiunta – percentuali sul numero totale di domande

Anno Bando	Non ammissibili - non presenti	Non selezionate	Drop-out	Non ammesse tecniche	Non ammesse amministrative	Non ammesse tecniche e amministrative	Ammesse sotto verifica	Ammesse drop-out	Ammesse respinte	Ammesse liquidate	Totale domande
2010	92,2%	-	0,0%	0,9%	0,2%	0,7%	0,1%	0,9%	0,4%	4,5%	100,0%
2011	21,5%	62,1%	1,7%	2,4%	0,3%	0,8%	0,2%	2,5%	0,5%	8,1%	100,0%
2012	26,1%	53,1%	1,9%	3,0%	0,5%	1,4%	0,3%	2,6%	0,7%	10,5%	100,0%
2013	28,3%	58,5%	0,8%	1,4%	0,2%	0,6%	0,1%	1,1%	0,3%	8,6%	100,0%
2014	15,6%	71,8%	0,7%	1,3%	0,3%	0,5%	0,1%	0,8%	0,2%	8,8%	100,0%
2015	15,5%	72,4%	0,7%	1,0%	0,4%	0,5%	0,1%	0,7%	0,2%	8,6%	100,0%
2016	14,4%	68,0%	1,2%	1,1%	0,4%	0,5%	0,1%	1,2%	0,3%	11,1%	100,0%
2017	13,3%	67,2%	1,4%	2,4%	1,1%	1,4%	0,4%	0,7%	0,2%	11,9%	100,0%
2018	10,4%	60,4%	2,4%	2,4%	1,6%	1,6%	4,2%	0,6%	0,2%	16,2%	100,0%
Totale	25,0%	59,0%	1,1%	1,7%	0,6%	0,9%	0,5%	1,2%	0,3%	9,6%	100,0%
Tot. 2011-2018*	18,6%	64,6%	1,3%	1,8%	0,6%	0,9%	0,6%	1,3%	0,3%	10,1%	100,0%

Tabella 8. – Indicatori per l'analisi dell'attrito per anno del bando

Anno Bando	Selezionate	Attritto	Attrito / selezionate	Drop out/ selezionate	Non ammesse / selezionate	A.-respinte / selezionate	Ammesse-drop-out/selezionate	Selezionate / partecipanti
2010	1440	598	41,5	0,1%	23,3%	5,1%	11,8%	n.d.
2011	4316	2198	50,9	10,4%	21,3%	2,9%	15,0%	20,9%
2012	3690	1833	49,7	9,0%	23,6%	3,2%	12,6%	28,1%
2013	4211	1458	34,6	6,3%	16,9%	2,1%	8,2%	18,3%
2014	3434	1051	30,6	5,3%	16,8%	1,4%	6,4%	14,9%
2015	3382	978	28,9	5,4%	15,2%	1,2%	6,1%	14,3%
2016	4318	1586	36,7	6,8%	20,4%	1,7%	6,7%	20,5%
2017	3740	1459	39,0	7,0%	25,2%	0,9%	3,8%	22,5%
2018	5445	2423	44,5	8,3%	19,3%	0,5%	1,9%	32,6%
Totale	33976	13584	40,0	7,1%	20,0%	1,8%	7,6%	21,3%
Tot. 2011-2018*	32536	12986	39,9	7,5%	19,9%	1,7%	7,5%	20,6%

Capitolo 2

Valutare le politiche in presenza di attrito: il caso degli incentivi agli investimenti in sicurezza sui luoghi di lavoro

Greta Falavigna, Elena Ragazzi, Lisa Sella

1. Introduzione

Nel capitolo precedente abbiamo argomentato come nel caso dei Bandi ISI il meccanismo del *click-day* si traduca in un'assegnazione casuale al trattamento (imprese selezionate vs imprese non selezionate) che sembra suggerire la possibilità di una valutazione sperimentale basata su condizioni di *esperimento naturale*. In realtà sussistono anche molte condizioni di *non conformità alla scelta di trattamento*, con *imprese scelte per essere nel gruppo di controllo che effettuano comunque l'investimento, e imprese selezionate per il trattamento che non lo completano*.

Poiché non è quasi mai possibile sapere quali imprese, fra le non selezionate, hanno realizzato l'investimento per cui avevano richiesto l'incentivo, l'analisi successiva si concentra sul fenomeno dell'*attrito*, cioè su quelle imprese selezionate che abbandonano il trattamento (o ne vengono allontanate) in una delle fasi del processo.

Nel capitolo precedente abbiamo già avuto modo di osservare come la quota di queste imprese sul totale delle selezionate si aggiri sul 40% e sia quindi tutt'altro che irrilevante. Inoltre, i dati sulla situazione giuridica (impresa attiva vs impresa fallita o cessata), vedono un peso inferiore di imprese attive in tutte le componenti dell'*attrito* rispetto alle imprese liquidate. Queste analisi preliminari portano quindi a dire che *l'attrito mina la natura di esperimento naturale dei Bandi ISI*, e inducono ad approfondire *in che cosa differiscono le imprese liquidate*, che hanno completato correttamente l'investimento e hanno ottenuto l'incentivo, *dalle altre imprese selezionate che però non sono state in grado o interessate a concludere il percorso*. Da un punto di vista valutativo lo scopo di questa analisi è quello di contribuire a capire se l'*attrito* è in grado di introdurre un *bias* nell'impatto osservato confrontando imprese selezionate e non-selezionate e, possibilmente, avere qualche indicazione sulla direzione di questo *bias*.

Per questa analisi sulle caratteristiche dei gruppi di impresa che compongono l'*attrito* occorrono informazioni dettagliate sulle imprese, per cui è necessario restringere il campione alle sole imprese presenti su AIDA, in modo da ottenere informazioni sul loro andamento economico-finanziario. Questo implica passare da 19.311 a

10.781 osservazioni. Per le altre imprese, le uniche analisi possibili sono quelle basate sui dati Infocamere, già presentate nel Capitolo 1.

L'analisi è completata con un modello di previsione basato sull'intelligenza artificiale. Si tratta di uno strumento con funzioni sia previsive, sia analitiche. Esso è infatti in grado di prevedere con un errore di previsione accettabile, la probabilità che un'impresa partecipante alla procedura di selezione per i bandi INAIL sia un caso di successo (liquidata) oppure no. Non solo, grazie allo strumento qui proposto, è anche possibile identificare la direzione e comprendere il peso con cui alcune variabili possono influenzare tale probabilità. Il modello che viene presentato in questo capitolo rappresenta un oggetto che può essere migliorato in base alle informazioni disponibili delle imprese e che non deve essere pensato come statico, ma costantemente incrementato, migliorandone le performance grazie alle informazioni che derivano dalle nuove candidature.

2. Metodologie per la descrizione dei gruppi di imprese selezionate: efficienza, produttività e rating finanziario

Per analizzare e verificare similitudini e differenze tra le imprese che riescono ad arrivare con successo alla fine dei Bandi ISI (liquidate) e quelle che invece o non riescono ad accedervi o si perdono per strada (da ora in poi le chiameremo *lost* quando le analizzeremo congiuntamente) abbiamo utilizzato degli indicatori usati per studiare le performance economiche e finanziarie. Gli indicatori coprono le tre aree dell'efficienza, della produttività e della solidità finanziaria, e sono calcolati con metodologie non parametriche e con un *software* sviluppato dall'IRCRES e utilizzato per calcolare i rating di impresa. Dopo aver calcolato gli indicatori sarà possibile verificare similitudini e differenze con dei semplici test fra medie. Le tre principali metodologie utilizzate per effettuare un confronto tra le imprese liquidate e le imprese *lost* provengono dalla letteratura economica e sono ampiamente utilizzate per la valutazione delle performance economiche delle imprese.

I successivi sotto-paragrafi presentano i principi base che descrivono le metodologie empiriche utilizzate per l'analisi dei gruppi rilevanti (*drop-out*, non-ammesse, ammesse-*drop-out* e ammesse-respinte vs ammesse-liquidate) in modo da comprenderne la portata informativa.

2.1. Efficienza e produttività

Per quanto concerne il calcolo dell'efficienza, è stata utilizzata la *Data Envelopment Analysis* (DEA) attraverso la quale è possibile disegnare una frontiera sulla quale giacciono le imprese (che vengono chiamate *Decision Making Units*, DMUs) efficienti, alle quali viene assegnato un punteggio, chiamato *score*, pari a 1. Le attività che invece sono state meno performanti si allontanano dalla frontiera ottenendo uno *score* che, se confrontato con il *benchmark* pari a 1, rappresenta il livello di *inefficienza* ottenuto dall'impresa.

La DEA nasce alla fine degli anni Settanta ad opera di Charnes, Cooper e Rhodes (1978) che propongono un modello non parametrico per il confronto simultaneo di imprese basandosi sulla capacità produttiva delle imprese (*output*) a partire dai loro fattori di produzione (*input*). Matematicamente si tratta di risolvere dei modelli di ottimizzazione vincolata che possono pertanto essere calcolati per massimizzare o per minimizzare il risultato di una funzione.

In questa ottica, gli autori hanno proposto due tipi di approcci che possono essere riassunti nel seguente modo:

- *input-oriented*: secondo questa modalità (il c.d. “orientamento agli *input*”), le imprese vengono confrontate sulla base della loro capacità di produrre la stessa quantità di beni/servizi con il minor quantitativo di *input* di produzione. Consideriamo ad esempio un campione di 10 imprese in cui tutte producono 10kg di caramelle al giorno (*output*) usando come fattori produttivi solamente zucchero, acqua, miele e limone (*input*). Il modello assegnerà il punteggio pienamente efficiente (ad esempio 1) a quell'impresa che per produrre quella quantità di caramelle al giorno ha usato la minor quantità di *input*. L'impresa o le imprese più efficienti saranno dunque quelle in grado di produrre la stessa quantità delle altre, ma con un minor dispendio di fattori produttivi (matematicamente si tratta di minimizzazione vincolata di una funzione);
- *output-oriented*: secondo il c.d. “orientamento agli *output*”, le imprese più efficienti sono invece quelle che a parità di utilizzo dei fattori produttivi sono in grado di produrre di più. Nell'esempio precedente, otterranno il punteggio di piena efficienza quelle imprese che a parità di zucchero, acqua, miele e limone utilizzati al giorno, saranno in grado di produrre la maggior quantità di caramelle (matematicamente si tratta di massimizzazione vincolata di una funzione).

Come scegliere tra i due approcci? Dipende da quali sono le variabili più facilmente “controllabili” dal *manager*. Se l'impresa non ha vincoli sul livello di produzione, allora è consigliabile utilizzare un approccio *output-oriented* poiché l'imprenditore o il *manager* può decidere sui fattori produttivi. Se invece ci sono dei vincoli ai livelli di produzione e quindi il controllo è rappresentato dalla fissazione di un livello di *output*, allora si sceglierà un approccio *input-oriented* in cui l'impresa più virtuosa è quella in grado di minimizzare i fattori produttivi. In generale, è più probabile che un manager abbia la possibilità di controllare gli *input* e pertanto generalmente viene utilizzato l'approccio orientato all'*output*.

È necessario, tuttavia, sottolineare che il modello DEA e tutte le sue successive specificazioni, si veda ad esempio la *Directional Distance Function* (DDF)¹ o la *Free Disposal Hull* (FDH)², sono nati con l'obiettivo di misurare l'efficienza “tecnica” delle imprese, tanto vero che *input* e *output* sono espressi, nelle prime formulazioni come quantità vere e proprie. Nel nostro esempio a fronte dei 10 kg di caramelle abbiamo considerato i kg di zucchero, di miele, di acqua e di limone. Per chi lavora con i dati sulle imprese, le quantità di fattori produttivi utilizzati sono informazioni che difficilmente si riescono a conoscere e molto spesso nemmeno i manager sanno con precisione, a meno

¹ Si veda Falavigna e Ippoliti (2021a; 2021b); Daraio e Simar (2016).

² Si vedano Deprins *et al.* (1999); Simar e Wilson (2000); Wheelock e Wilson (2008); Wilson (2008).

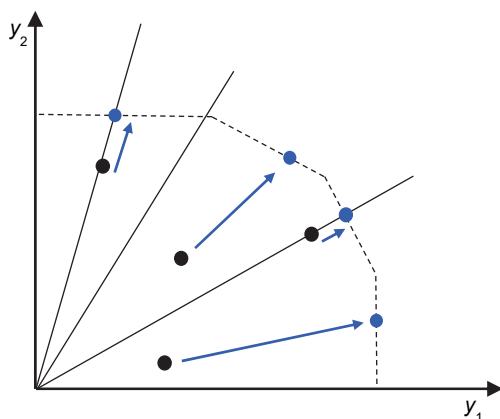
che l'azienda non sia dotata di un sistema di contabilità industriale molto valido. Pertanto, gli studiosi utilizzano la valorizzazione economica di tali misure prendendo i dati direttamente dai conti economici e dagli stati patrimoniali delle attività produttive.

Anche nel caso delle imprese del nostro campione abbiamo utilizzato i valori presi da bilancio e, in particolare, abbiamo considerato come,

- *output*: il valore della produzione;
- *input*: immobilizzazioni totali nette; costi della produzione; dipendenti.

In questo modo, la DEA ci ha permesso di premiare con un punteggio maggiore quelle imprese che a parità di investimenti (immobilizzazioni), fattori produttivi non durevoli (lavoro, materie prime e semilavorati) e dimensione (dipendenti) sono state in grado di produrre di più (valore della produzione che comprende tutto quanto è stato prodotto e non solo il valore di quanto è stato venduto).

Figura 1. – Frontiera efficiente e modello DEA *output-oriented* (fonte: adattamento da Falavigna e Ippoliti (2021a))



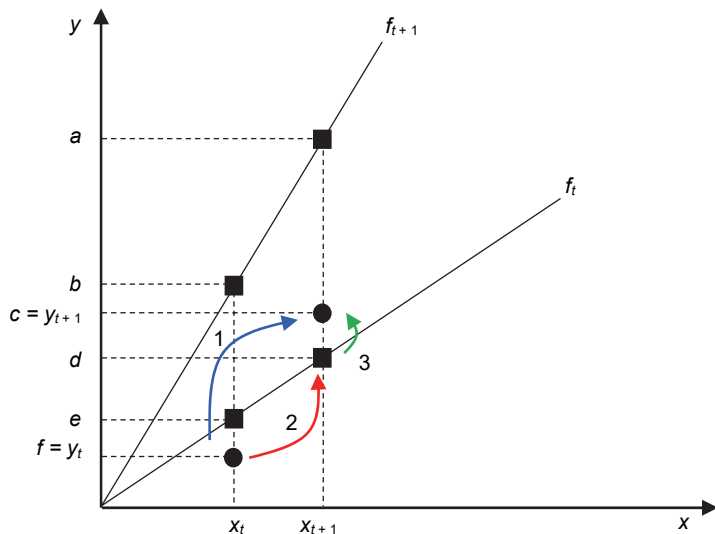
In Figura 1 viene illustrato graficamente il modello DEA *output-oriented*. Sugli assi cartesiani si trovano i valori di *output* (per chiarezza grafica si considerano imprese *multi-output*), mentre la linea tratteggiata rappresenta la frontiera sulla quale giacciono le imprese efficienti (pallini più lontani dall'origine). Le attività produttive che non si trovano sulla frontiera sono in grado di produrre con la stessa quantità di *input* di quelle efficienti una quantità di prodotto inferiore e pertanto si trovano sotto la frontiera, in quanto quest'ultima definisce la massima quantità prodotta. L'area che si trova tra la frontiera e gli assi cartesiani rappresenta il *production possibility set*, cioè l'insieme di tutte le produzioni possibili. La distanza tra la posizione dell'impresa e la sua proiezione sulla frontiera (le frecce) rappresenta la misura di inefficienza. Infine, le rette che partono dall'origine rappresentano le differenti tecnologie adottate dall'impresa.

Il risultato che si ottiene è un punteggio sintetico (cioè, uno “*score* di efficienza”) che è a tutti gli effetti un indicatore composito (Savić & Martić, 2017) e permette di classificare le imprese in base alla loro capacità di produrre di più a costi inferiori.

Nell'approccio utilizzato per questo lavoro, gli score di efficienza variano tra 0 e 1, dove 1 è stato assegnato alle imprese che giacciono sulla frontiera efficiente. Valori inferiori indicano un allontanamento dalla frontiera e la distanza radiale tra lo score ottenuto e 1 misura l'inefficienza rilevata per l'osservazione³.

Un vantaggio di questi indicatori è sicuramente la capacità di raccogliere sinteticamente più informazioni rispetto alle osservazioni che si stanno analizzando e la possibilità di costruire, partendo da essi, degli **indici di produttività che indicano la capacità di passare da un livello di efficienza a un altro nel tempo** (i.e., indici di Malmquist; Simar & Wilson, 1999). La Figura 2 mostra l'intuizione che si nasconde dietro questi indicatori che vogliono descrivere il cambiamento di efficienza dell'impresa e comprenderne la genesi. L'impresa ha fatto un cambiamento descritto dalla freccia 1. I due pallini che essa collega indicano la stessa impresa nei due periodi (la produzione passa da y_t a y_{t+1} e il fattore produttivo utilizzato passa da x_t a x_{t+1}); le rette che partono dall'origine rappresentano le tecnologie nei due periodi considerati (da f_t a f_{t+1}). È possibile scomporre il cambiamento fatto in termini di cambiamento di efficienza e cambiamento di tecnica; in particolare, la freccia 2 (*Efficiency Change* o *Change in Efficiency*) e la freccia 3 (i.e., *Technical Change* or *Change in Technology*) mostrano come le due componenti spieghino il passaggio da un livello di efficienza a un altro in quel periodo.

Figura 2. – Malmquist productivity index



In questo capitolo non ci occuperemo di questo ultimo aspetto in quanto siamo principalmente interessati a ottenere degli indicatori sintetici, ma questa decomposizione potrebbe essere utile per capire qual è la difficoltà che incontra l'impresa nel

³ Si vedano Farrell (1957) e Shephard (1970).

migliorare la propria efficienza tecnica. Per un approfondimento tecnico relativamente al calcolo degli indici di Malmquist e a tutte le possibili decomposizioni si rimanda a Falavigna *et al.* (2018) e Lovell (2003), ma sinteticamente si pensi alla componente *Change in Efficiency* come quella che rappresenta la capacità di un'osservazione di raggiungere la frontiera del tempo t con gli input del tempo $t+1$. Pertanto, questo indice rappresenta la capacità di un'impresa di sfruttare la tecnologia disponibile al tempo $t+1$, lasciando invariate le altre condizioni al tempo t . La componente del cambiamento tecnico (*Change in Technology*) indica i miglioramenti della produttività unitaria passando dalla frontiera del tempo t alla posizione attuale.

I Malmquist possono assumere valori tra 0 e $+\infty$, dove però 1 rappresenta il valore soglia. Se l'indice risulta inferiore a 1, l'impresa ha registrato un decremento di produttività nel periodo considerato; se i risultati sono maggiori all'unità, l'osservazione è stata capace di sfruttare le proprie competenze e migliorare il livello produttivo; infine, se la *total factor productivity* risulta pari a 1, l'impresa non ha registrato né un aumento né un decremento nelle performance di efficienza.

Sebbene i vantaggi di queste tecniche siano evidenti, tra i più rilevanti la facilità nel calcolo e la semplice interpretazione, è necessario considerare sempre che **i risultati ottenuti sono da leggersi in relazione agli input e agli output utilizzati e al fatto che sono risultati relativi al campione sul quale sono stati calcolati**. In caso di modifica del campione, ad esempio se viene aumentato il numero di imprese, anche i risultati potrebbero cambiare e un'impresa efficiente nel primo caso, potrebbe non esserlo più.

2.2. Rating finanziario

Per quanto concerne la valutazione delle *performance* finanziarie delle imprese, si è deciso di optare per un **indicatore sintetico** che definisce la probabilità di fallimento delle stesse e che pertanto ne identifica il grado di solvibilità finanziaria. Le ragioni dietro a questa scelta sono legate, oltre che alla praticità di poter valutare differenze nei profili sulla base di un unico indicatore, anche a considerazioni di merito. Innanzitutto, i dati Unioncamere hanno mostrato come cessazione e, soprattutto, fallimento, avvenuti durante o dopo il processo dei Bandi ISI, siano in grado di spiegare una grossa parte delle imprese perse in connessione alla seconda verifica, fenomeno che è anche quello che causa maggiori difficoltà dal punto di vista della gestione dell'avanzamento finanziario del dispositivo. La fragilità economico finanziaria può causare, prima ancora dell'interruzione completa delle attività, difficoltà nella realizzazione dell'investimento e focalizzazione su priorità differenti.

La valutazione delle imprese sotto il profilo della solidità economico-finanziaria è stata effettuata attraverso un software (denominato *CerisRating*) che si basa sull'intelligenza artificiale (Falavigna, 2012). I punteggi di rating (*rating scores*) oltre a indicare la probabilità di fallimento dell'impresa, vengono dalla letteratura considerati una *proxy* della difficoltà di reperire capitale sul mercato finanziario (*financial constraints*; Czarnitzki & Hottenrott, 2011a, 2011b; Bottazzi *et al.*, 2014; Falavigna & Ippoliti, 2023) e pertanto riflettono la debolezza finanziaria aziendale.

Il *software* utilizzato assegna le imprese in classi di rischio, in analogia con quanto fanno le società di *rating* internazionali come Fitch Ratings, Standard and Poor's Corporation o Moody's. L'algoritmo prevede 8 classi, così come descritte in Tabella 1, proprio con la stessa scala adottata dai principali sistemi di *rating* internazionali. L'etichetta che identifica il rischio maggiore è la D (che numericamente corrisponde a un punteggio pari a 0,125), mentre le imprese più solide dal punto di vista finanziario ottengono uno score pari a 1 e rientrano nella classe AAA.

Il vantaggio di utilizzare il *software* CerisRating è principalmente rappresentato dal fatto che esso **richiede poche informazioni estratte dal bilancio d'esercizio e pertanto permette di calcolare il rischio di fallimento per quasi tutta la popolazione di imprese**⁴.

Tabella 1. – Classi di rating e loro descrizione

Classi	Rischio di fallimento	Descrizione
AAA (1)	$BR \leq 0,02\%$	Elevatissima capacità di ripagare i debiti
AA (0,875)	$0,02\% < BR \leq 0,06\%$	Elevata capacità di ripagare i debiti
A (0,75)	$0,06\% < BR \leq 0,21\%$	Solida capacità di ripagare i debiti, che potrebbe essere influenzata da circostanze avverse
BBB (0,625)	$0,21\% < BR \leq 0,61\%$	Adeguate capacità di ripagare i debiti che potrebbe peggiorare
BB (0,5)	$0,61\% < BR \leq 1,51\%$	Debiti soprattutto di natura speculativa
B (0,375)	$1,51\% < BR \leq 3,43\%$	Alto rischio di fallimento
CCC (0,250)	$3,43\% < BR \leq 8,99\%$	Altissima probabilità di fallimento
D (0,125)	$8,99\% < BR$	Impresa fallita

3. Imprese liquidate e imprese *lost* a confronto

I dati utilizzati per costruire il modello proposto sono rappresentati dal sottocampione di società di capitali che hanno partecipato ai Bandi ISI tra il 2014 e il 2018. La scelta di questo specifico periodo temporale è legata alla disponibilità dei dati di bilancio delle imprese, informazioni che sono state estratte dalla banca-dati AIDA gestita da Bureau van Dijk. Inoltre, è necessario sottolineare che la banca dati utilizzata contiene prevalentemente imprese di capitali e pertanto le altre tipologie societarie sono escluse da questa analisi.

In questo paragrafo verranno mostrati i principali risultati che da una parte descrivono il campione rispetto a efficienza, produttività e solidità finanziaria, dall'altra mettono in evidenza alcune differenze tra le imprese che sono riuscite ad arrivare alla fine del processo con successo (**imprese liquidate**) e quelle invece che per motivi diversi hanno abbandonato prima della fine (**imprese lost**).

Le prime statistiche descrittive che vengono presentate riguardano gli score di efficienza e la produttività.

⁴ Le variabili richieste sono le seguenti: Crediti verso soci per versamenti ancora dovuti; Totale immobilizzazioni nette; Capitale Circolante Lordo; Patrimonio Netto; Fondo rischi e oneri; TFR; Totale debiti; Valore della produzione; Costo della produzione; Oneri finanziari.

Tuttavia, poiché il calcolo delle frontiere efficienti, così come della produttività, si basa su una comparazione dell'osservazione rispetto al campione, si è proceduto a considerare sia gli anni sia i settori ATECO raggruppati in 7 classi di attività economiche. In questo modo, per il primo anno di indagine, il 2014 sono state identificate 7 frontiere, una per ogni settore, garantendo in questo modo un confronto fra società omogenee.

La Tabella 2 riporta il numero e la percentuale di imprese *lost* e liquidate tra i 7 settori di attività economica individuati, evidenziando anche i numeri a 2 *digit* dei settori ATECO a cui la classe corrisponde. La maggioranza delle imprese con difficoltà a terminare il processo per ottenere i contributi ISI appartiene al settore manifatturiero (38%), seguito dalle costruzioni (22%) e dalla classe miscelanea (14%). Tali considerazioni sono però collegate alla differente numerosità delle imprese dei vari settori che partecipano ai Bandi ISI. Si noti che solamente i settori manifatturiero e delle costruzioni hanno percentuali di imprese che abbandonano inferiori alla media. Invece, gli altri settori (afferenti al comparto dei servizi), i trasporti e i servizi di pubblica utilità sono nell'ordine i raggruppamenti in cui c'è una maggiore quota di imprese disperse.

In appendice si riporta la stessa tabella con la suddivisione delle imprese *lost* nelle differenti tipologie (i.e., *Drop-outs*, Non ammesse, Ammesse *Drop-outs*, Ammesse fallite).

Tabella 2. – Distribuzione delle imprese Lost e Liquidate in base al settore di attività economica

ATECO (freq., %)	ATECO 2 digit	Lost	%	Liquidate	%
Settore primario	01-09	166	4,25%	274	3,99%
Manifattura	10-33	1.507	38,54%	3.284	47,80%
Servizi di pubblica utilità	34-39	137	3,50%	200	2,91%
Costruzioni	41-44	848	21,69%	1.599	23,27%
Commercio	45-48	508	12,99%	852	12,40%
Trasporti	49-53	196	5,01%	233	3,39%
Altri settori ⁵	55>=	548	14,02%	429	6,24%
Totale		3.910	100,00%	6.871	100,00%

Il primo confronto tra le due tipologie di imprese (*lost* e liquidate) è stato effettuato utilizzando i test statistici basati sulla distribuzione *t-student* sulle medie dei punteggi di efficienza e produttività. La Tabella 3 mostra i risultati del confronto tra le imprese liquidate (gruppo 1) e tutte le altre tipologie di aziende *lost* (gruppo 0). Guardando ai risultati sull'efficienza (Eff), possiamo notare come l'ipotesi nulla di uguaglianza tra le medie possa essere rigettata quando il confronto delle liquidate viene effettuato con le *Drop-outs* e le Non ammesse. In particolare, per queste due tipologie di imprese gli score di efficienza sono significativamente maggiori (in senso statistico) rispetto alle liquidate. Questo test indica che estraendo casualmente due imprese (una liquidata e

⁵ In questa categoria residuale, le principali attività economiche sono: ristorazione, alberghi, assicurazioni, imprese finanziarie, attività scientifiche e tecniche, agenzie, ecc.

una *Drop-outs* o Non ammesse) abbiamo il 95% di probabilità di osservare una media del punteggio di efficienza inferiore per le liquidate rispetto alle altre due categorie. Quanto ottenuto sembra suggerire che non è detto che le imprese che non proseguono nel processo siano necessariamente imprese incapaci di produrre o di vendere, ma è possibile che abbiano problemi nella gestione e/o finanziamento del processo dei Bandi ISI. Rispetto alle altre categorie (i.e., Ammesse *Drop-outs* e Ammesse fallite) non si evidenziano differenze, così come accade per gli score di produttività (TFP) in qualsiasi raggruppamento⁶.

Tabella 3. – Distribuzione delle imprese Lost e Liquidate in base al settore di attività economica*

	p-value	
	Eff	TFP
<i>Drop-outs</i>	0.0697	0.7809
Non ammesse	0.0011	0.8692
Ammesse <i>drop-outs</i>	0.3532	0.7823
Ammesse fallite	0.6192	0.8884

* H0: media(0) – media(1) = 0

Ha: diff != 0

[Ammesse liquidate =1; 0 lost]

Per quanto concerne l'analisi della situazione finanziaria, la Figura 3 mostra le distribuzioni delle imprese *lost* e liquidate in base al *rating* finanziario ottenuto attraverso il CerisRating software. Anche in questo caso, per confrontare le due distribuzioni è stato condotto un *test t-student* in modo da confrontare le medie (riportate in Tabella 4: Statistiche tra Liquidate e Lost). Il risultato mostra che possiamo rigettare l'ipotesi nulla di uguaglianza delle medie e le liquidate mostrano una media di rating significativamente maggiore rispetto alle *lost*. Quanto ottenuto suggerisce che proseguono nel processo le imprese che sono più solide finanziariamente e pertanto la possibilità di sostenere il processo per arrivare alla fine dei Bandi ISI è strettamente legato alla salute finanziaria dell'impresa. Questo risultato generale è rafforzato dall'analisi del confronto delle liquidate con tutte le tipologie di imprese che afferiscono al gruppo *lost*. Poiché questo problema si riscontra non solo per gli ultimi due gruppi di abbandono che si verificano in ordine di tempo, ma anche per *drop-out* e non ammesse, sembra confermato che l'abbandono non è dovuto solo meccanicamente al fallimento o alla chiusura di impresa, ma più in generale alla difficoltà economico-finanziaria (i risultati, insieme ad alcune statistiche descrittive, sono mostrati in appendice Tabelle da A5 a A9 e Figure da A1 a A4).

⁶ In appendice vengono riportate le principali statistiche descrittive relative agli score di efficienza e produttività (Tabelle da A1 a A4).

Figura 3. – Liquidate vs Lost a confronto in base al rating finanziario (la linea continua identifica le imprese liquidate)

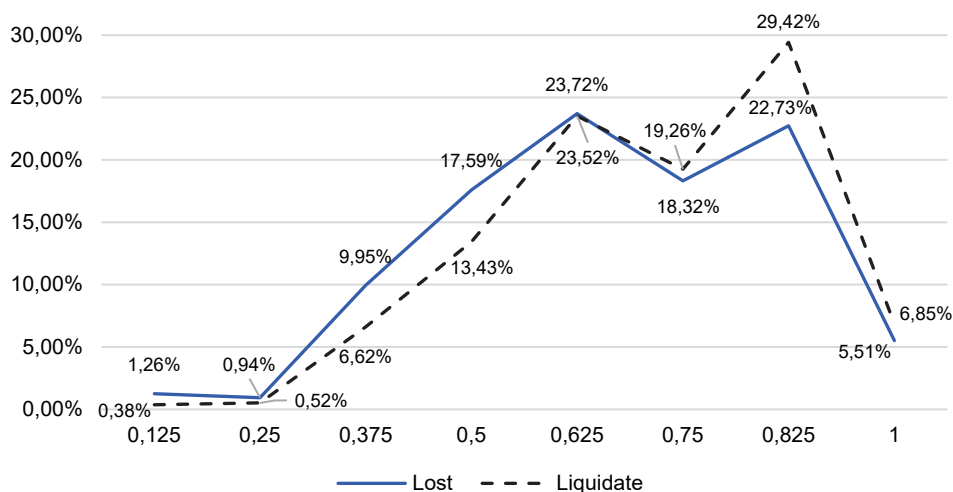


Tabella 4. – Statistiche tra Liquidate e Lost – rating finanziario*

	Freq	Media
Lost (0)	3.740	0,670
Liquidate (1)	6.543	0,711

*Ttest

H0: mean(0) – mean(1) = 0 Ha: diff != 0 Pr(|T| > |t|) = **0.0000**

H0: diff = 0, Ha: diff < 0 Pr(|T| > |t|) = **0.0000**

4. Il modello di previsione: Reti Neurali Artificiali (RNA) e indici di Garson

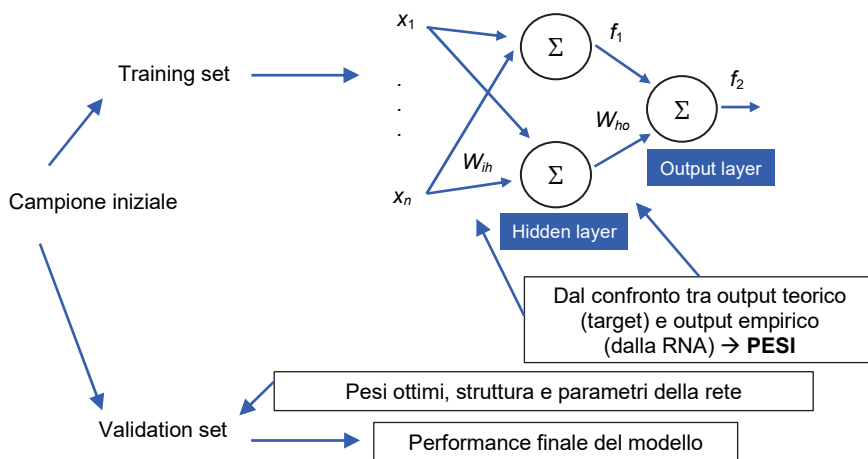
Le Reti Neurali Artificiali (RNA o Artificial Neural Network, ANN) sono il principale modello di *deep learning*, cioè di apprendimento profondo. Queste tecniche appartengono alla grande famiglia dell'intelligenza artificiale e costituiscono una delle più efficaci metodologie per la generalizzazione, ottimizzazione e previsione. Inoltre, permettono di effettuare quella che viene chiamata *feature selection*, cioè selezione delle caratteristiche determinanti, permettendo così di stabilire quali siano le variabili che influenzano maggiormente un determinato fenomeno.

Nel caso in esame, le RNA possono quindi rispondere a due obiettivi: prevedere quali fra le imprese selezionate abbandoneranno il percorso e capire quali possono essere le caratteristiche che differenziano le imprese *lost* dalle imprese liquidate e che possono pertanto essere monitorate da parte dei *policy maker*. In entrambi i casi sarà compito del decisore comprendere come utilizzare queste informazioni, individuando per esempio degli strumenti di sostegno o di maggiore vigilanza per quelle imprese a rischio di abbandono.

Le RNA sono modelli che, diversamente da quelli econometrici, partono dalla base dati (con approccio *bottom-up*) per estrarre informazioni che legano le caratteristiche del *database* (quindi le variabili) e l'*output* finale (quindi, nel nostro caso, l'uscita anticipata dal processo dei Bandi ISI). La Figura 4 mostra il processo attraverso il quale opera una RNA: il campione iniziale viene suddiviso in due parti, una di dimensioni maggiori sulla quale la rete imparerà quali sono le relazioni tra le caratteristiche del *dataset* e l'*output* (il *training set*) e un'altra (il *validation set*) sulla quale verrà valutata la capacità di apprendimento della rete stessa. Nella prima fase, quella di c.d. *training*, la rete raccoglierà le informazioni rilevanti all'interno di matrici di pesi, rappresentati dalle sinapsi (le frecce che uniscono i neuroni) e attraverso un algoritmo chiamato *back-propagation* continuerà a modificare queste matrici finché non si otterrà una misura di errore molto bassa. Una volta ottenuta la performance desiderata, le matrici di pesi, così come la struttura della rete (i.e., numero di neuroni, di strati, tipi di funzioni, ecc.) vengono applicati al *set* di validazione in modo da verificare l'effettivo errore e pertanto la capacità previsionale della rete⁷.

Prima di illustrare i parametri della RNA, si ricordi che in questa analisi sono state utilizzate 14 variabili di bilancio per identificare le relazioni tra le stesse e la probabilità che l'impresa sia in grado di terminare il processo per i Bandi ISI; pertanto, la variabile di output è rappresentata da una *dummy* che assume valori pari a 0 se l'impresa è liquidata, 0 diversamente.

Figura 4. – Funzionamento delle Reti Neurali Artificiali



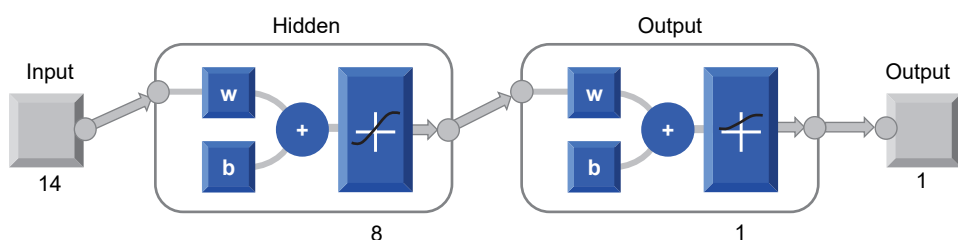
La Figura 5 mostra la struttura della RNA utilizzata: si tratta di una rete a 2 strati, in cui lo strato di *input* è formato da 14 neuroni ognuno dei quali rappresenta una variabile dell'impresa; da uno strato nascosto formato da 8 nodi (i.e., neuroni) e infine da uno strato di *output* costituito da un solo neurone identificato da una variabile dicotomica (i.e.,

⁷ Per un approfondimento dei modelli di deep learning si veda Falavigna (2022).

come anticipato: 0 se l'impresa è liquidata, 1 diversamente). Il campione iniziale è stato suddiviso in 4/5 per il *training* (4.427 imprese) e 1/5 per il *validation* (754 osservazioni).

Come algoritmo di *back-propagation* è stato utilizzato lo *Scaled conjugate gradient backpropagation*, mentre le funzioni di attivazioni sono la *Hyperbolic tangent sigmoid function* tra l'*input* e l'*hidden layer* e la *Log-sigmoid function* tra l'*hidden* e l'*output layer*⁸. Infine, si tratta di una rete di tipo *feed-forward* (i.e., FFNN: *feed-forward neural network*) che prevede che le informazioni vadano dagli *input* verso gli *output* senza delle connessioni che tornano indietro (*backward*). Per un approfondimento si veda Falavigna (2022).

Figura 5. – Definizione della RNA e parametri



Inoltre, sono stati applicati diversi algoritmi per ottimizzare le prestazioni della RNA: da un lato è stato applicato il *bootstrap* (100 repliche) ai dati di *training* in modo da irrobustire i risultati e dall'altro la rete è stata replicata 100 volte. Infine, è stato aggiunto un algoritmo per ottenere risultati in termini di sensibilità e specificità e non in termini di errore assoluto. Questi indicatori sono stati ripresi dalla letteratura medica e identificano la differente tipologia di errori⁹. In particolare, possiamo calcolare i due indicatori nel seguente modo:

$$\text{Sensibilità} = \frac{TP}{TP + FN}$$

$$\text{Specificità} = \frac{TN}{FP + TN}$$

Dove, Falsi Positivi (FP), Falsi Negativi (FN), Veri Positivi (TP) e Veri Negativi (TN) corrispondono alla classificazione presentata in Tabella 5. Si è deciso di utilizzare un algoritmo che fosse in grado di minimizzare l'errore totale, ma facendo in modo di ottenere un mix ponderato dei due indicatori di sensibilità e specificità. In quanto i modelli econometrici standard tendono a massimizzare solo uno dei due. Cercare di ottenere valori elevati di entrambi gli indici, **permette di assicurare la corretta classificazione di entrambi i tipi di impresa**. Al contrario, i modelli econometrici, concentrandosi solo sull'errore di seconda specie, prevedono molto bene le imprese *lost*, ma fanno molti errori con le imprese liquidate, classificandole erroneamente come *lost*.

⁸ La prima funzione varia tra -1 e +1: la seconda tra 0 e +1.

⁹ Per un approfondimento si veda Falavigna (2021).

Tabella 5. – *Matrice di confusione*

Modello (output)	Realtà (target)	
	P	N
+	Vero positivo (TP) Un elemento positivo nella realtà che è classificato come positivo dal modello	Falso positivo (FP) Un elemento negativo nella realtà che è classificato come positivo dal modello (Errore di tipo I)
	Falso negativo (FN) Un elemento positivo nella realtà che è classificato come negativo dal modello (Errore di tipo II)	Vero negativo (TN) Un elemento negativo nella realtà che è classificato come negativo dal modello

In Tabella 6 sono presentate le statistiche descrittive delle variabili che sono state introdotte nella RNA. Alcune di queste sono state trasformate sia per il modello di RNA sia per il modello logistico che viene in seguito presentato come confronto in termini di performance. Come si può notare, sono state inserite le variabili di efficienza, produttività e rating finanziario illustrate precedentemente, insieme ad alcune variabili di bilancio che definiscono la dimensione dell'impresa (Dipendenti), l'età (Età), la struttura patrimoniale (Debiti/EBITDA e Debiti/Totale attivo) e le variabili dicotomiche indicanti il settore di attività economica di appartenenza. Infine, la variabile di output (attrito) è rappresentata da 6.871 imprese liquidate (attrito = 0) e 3.910 *lost* (attrito = 1).

Tabella 6. – *Statistiche descrittive delle variabili utilizzate come input e output per la RNA*

	Variabili	Oss	Media	Dev. Std.	Min	Max
	Rating*	10.283	0,696	0,184	0,25	1
	Età**	10.732	20,402	15,426	0	113
	Eff*	10.262	0,748	0,155	0	1
	Tfp	9.616	5,599	357,877	0	34.600
	Dipendenti (ln)	10.116	2,547	1,159	0	8,05484
	Debiti/EBITDA ^λ	7.751	2,680	23,843	-834,480	965,590
Input	Debiti/Totale attivo ^λ	10.283	9,728	67,121	-1.190,520	3.572,740
	Materie prime	10.781	0,041	0,198	0	1
	Manifattura	10.781	0,444	0,497	0	1
	Public utilities	10.781	0,031	0,174	0	1
	Costruzioni	10.781	0,227	0,419	0	1
	Commercio	10.781	0,126	0,332	0	1
	Trasporti	10.781	0,040	0,195	0	1
	Altri settori	10.781	0,091	0,287	0	1
Output	Attrito ^z	10.781	0,363	0,481	0	1

Nota bene: * nella RNA le variabili sono binarie (0 sotto la mediana, 1 diversamente); ** nella RNA la variabile è *count* (da 1 a 10 che rappresentano i decili); ^z la variabile è *dummy* (0 se liquidata, 1 diversamente); ^λ nel modello logistico sono state trasformate in logaritmo naturale.

5. Risultati

I primi risultati che mostriamo riguardano il confronto nella *performance* tra le RNA e il modello logistico, per comprenderne le potenzialità.

La Tabella 7 presenta i risultati per entrambi i modelli evidenziando come la rete neurale sia in grado di massimizzare la percentuale di corretta classificazione gestendo al meglio sensitività e specificità. Benché la sensitività sia decisamente elevata per il modello logistico, questo difetta fortemente nella corretta identificazione dei veri negativi (specificità, cioè la previsione delle imprese liquidate). Questo risultato mostra che non solo la RNA è in grado di commettere meno errori in termini assoluti, ma è anche in grado di minimizzare sia i falsi positivi sia i falsi negativi, senza sbilanciarsi su una tipologia di errore. L'Area sotto la Curva (AUC: *Area Under the Curve*) rappresenta un indicatore sintetico che incrocia sensitività e specificità: maggiore è il suo valore e maggiore è la capacità predittiva del modello. I risultati mostrano pertanto migliori performance della RNA rispetto ai modelli classici econometrici.

Tabella 7. – Confronto tra il modello logistico e la RNA

Misure di performance	Modello logistico	RNA
Errori totali	379	246
Corretta classificazione (%)	47,07%	67,37%
AUC	0,3925	0,67374
Sensitività	96,54%	63,93%
Specificità	0,54%	70,82%

La Figura 6 mostra una visualizzazione degli Indici di Garson) che sono invece riportati in Tabella 8. Per il calcolo di questi indici si rimanda a Falavigna (2012 e 2022), così come per il calcolo dei segni.

Figura 6. – Indici di Garson – rappresentazione grafica (in nero gli impatti negativi, in grigio quelli positivi)

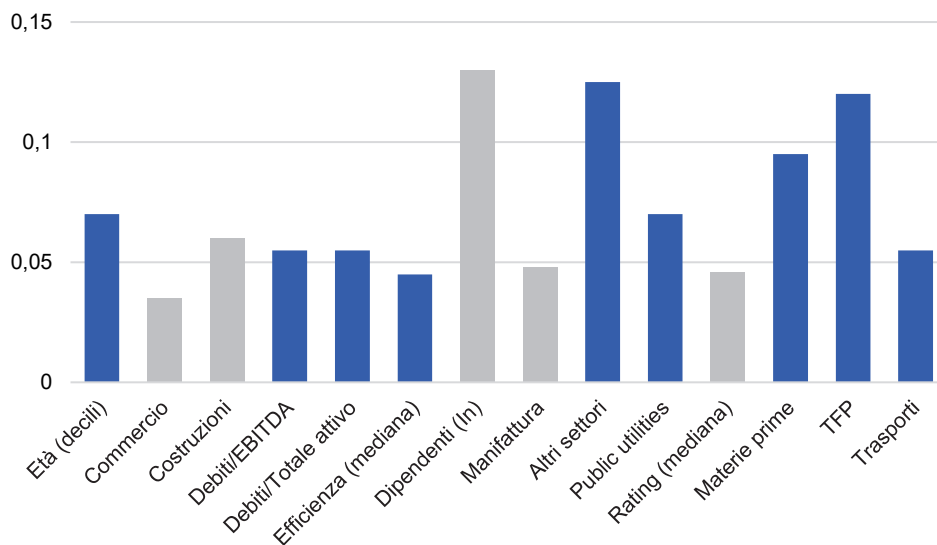


Tabella 8. – Indici di Garson e relativi pesi

Variabili	Garson	Segno
Rating (mediana)	4,75%	–
Età (decili)	7,00%	+
Efficienza (mediana)	4,66%	+
TFP	11,06%	+
Dipendenti (ln)	13,08%	–
Debiti/EBITDA	5,27%	+
Debiti/Totale attivo	5,31%	+
Materie prime	9,72%	+
Manifattura	4,85%	–
Public utilities	7,09%	+
Costruzioni	6,60%	–
Commercio	4,09%	–
Trasporti	5,70%	+
Altri settori	10,81%	+

Questi indicatori nascono da un’elaborazione delle matrici dei pesi della RNA e permettono di misurare il contributo di ogni variabile alla determinazione dell’*output*. In questo modo, la RNA è in grado di fare *feature selection* ed evidenziare quali sono quelle variabili che maggiormente influenzano la probabilità dell’impresa di uscire dal processo dei Bandi ISI. I segni invece indicano in che modo le caratteristiche delle imprese incidono sulla probabilità dell’impresa di essere *lost*.

La variabile Dipendenti, che identifica l’effetto della dimensione, impatta per il 13% rispetto alle altre caratteristiche e inoltre si presenta con un segno negativo; pertanto, possiamo dire che imprese di dimensioni maggiori hanno una probabilità minore di essere *lost*. La produttività (intesa come TFP, cioè come cambiamento di efficienza) impatta positivamente per l’11% e pertanto imprese con incremento di efficienza maggiore tendono ad essere anche quelle che non riescono a concludere il processo con successo. Anche l’Età influenza positivamente l’*output*, suggerendo che imprese più “anziane” abbiano una probabilità inferiore di terminare con successo il processo dei Bandi ISI.

Considerando i settori di attività economica, le imprese che appartengono alla produzione di materie prime, le *public utilities*, le aziende di trasporto e di altri settori hanno una probabilità maggiore di perdersi prima di arrivare alla fine (come già evidenziato dalle statistiche descrittive), mentre, al contrario, le aziende del manifatturiero, delle costruzioni e del commercio hanno una probabilità maggiore di essere liquidate.

Guardando agli indicatori di bilancio, all’aumentare di entrambi, aumenta la probabilità di essere *lost*, benché l’impatto non sia particolarmente elevato (valori del Garson che si aggirano sul 5%).

Infine, prendendo in considerazione efficienza e *rating* finanziario, possiamo concludere che entrambi non impattano significativamente sull’*output* (valori intorno al 5%). Si consideri che la variabile Efficienza è una *dummy* che assume valori pari a 1 se l’impresa è efficiente, 2 diversamente e pertanto, poiché l’impatto è positivo, le imprese inefficienti hanno una probabilità maggiore di essere *lost*. Il *rating* presenta invece un segno negativo che conferma che le imprese con un *rating* maggiore, hanno una probabilità inferiore di uscire dal processo prima di essere liquidate. Benché l’impatto non

sia particolarmente elevato, questo risultato appare coerente con quanto ottenuto nella sezione precedente in cui è stato commentato quanto ottenuto con i test *t-student*.

6. Conclusioni

Quanto abbiamo mostrato in questo capitolo rappresenta un esercizio innovativo per poter valutare quali possono essere le differenze tra le imprese che partecipano ai Bandi ISI consuccesso (liquidate) e quelle che, essendo state selezionate per il finanziamento, invece abbandonano prima (*lost*, fenomeno dell'attrito). Quanto sviluppato può risultare utile al decisore in quanto permette di avere un valido supporto basato sull'evidenza empirica nella definizione dei bandi, agendo eventualmente sui criteri di ammissibilità oppure su aiuti che possono essere forniti alle imprese affinché presentino progetti di successo.

Per far questo, abbiamo adottato alcune metodologie che non appartengono a quelle standard della valutazione di impatto, ma all'*econometria non parametrica* (efficienza e produttività) e all'*intelligenza artificiale* (reti neurali artificiali).

Se da un lato la *Data Envelopment Analysis* (i.e., DEA) e la *Total factor productivity* (Indici di Malmquist) hanno permesso di effettuare alcune riflessioni basate sulla statistica descrittiva, le reti neurali artificiali hanno invece permesso di capire quali siano le variabili che permettono di prevedere in quale gruppo cadano le imprese partecipanti: fra quelle virtuose che sono state in grado di arrivare alla fine del processo, hanno terminato con successo l'investimento e sono state liquidate o quelle invece che si sono perse e non ottenendo l'assegnazione dei fondi.

Nonostante quanto presentato si configuri come un esercizio, un esempio di uno strumento che potrebbe aiutare il *policy maker* nel costruire politiche o incentivi o aiuti, i risultati ottenuti mostrano come sia possibile affidarci a un insieme di strumenti che se ben calibrati, possono efficacemente individuare le imprese che maggiormente rischiano di abbandonare il trattamento e non realizzare l'investimento preventivo, malgrado l'incentivo a disposizione. Infatti, la rete neurale artificiale permette di comprendere la probabilità di un'impresa, selezionata al *click-day*, di essere *lost* o liquidata, a partire da semplici variabili di bilancio. Questi risultati possono essere usati come una strategia per identificare le imprese maggiormente a rischio di abbandono, agendo per ridurre il fenomeno dell'attrito sia nella fase di autocandidatura con i criteri di ammissione, sia fornendo assistenza particolare durante l'implementazione del progetto.

Il modello previsionale ha mostrato, in questa sua specificazione, ottime *performance* previsionale; in ogni caso esso potrà essere migliorata, anche grazie alla disponibilità di dati per le annualità successive. Inoltre, in un'ottica di impiego operativo e non analitico, si potrà lavorare a una sostituzione delle variabili di previsione, soprattutto riguardo l'introduzione dei punteggi di efficienza e produttività; effettivamente questi score sono calcolati solo con riferimento a un campione specifico. Se l'idea di progettazione della RNA è quella di applicarla in fase iniziale del processo occorre alimentarla chiedendo all'impresa pochi semplici dati dai quali sarà poi possibile prevedere

la probabilità di essere *lost* oppure no, in modo di andare in aiuto a quelle realtà che effettivamente mostra una più elevata propensione a non terminare il processo.

I risultati di queste elaborazioni sono anche molto importanti dal punto di vista valutativo. I profili finanziari delle imprese completamente trattate differiscono da quelle che abbandonano il trattamento in una delle sue fasi. Il rischio di fallimento ha quindi molto da dire per spiegare il peso dell'attrito per i Bandi ISI, ma probabilmente tale rischio non è neppure indipendente dall'*outcome* analizzato come impatto.

È probabile che ci sia un bias in termini di impatto osservato sull'*outcome* diretto dei Bandi ISI, ossia l'andamento infortunistico, ma a priori è difficile ipotizzarne la direzione. Questa dipende dal segno della correlazione fra fragilità economico-finanziaria e infortuni. Probabilmente la relazione non è lineare, ma dipende dalla fase della crisi affrontata dall'impresa. In una prima fase, in cui l'impresa cerca di reagire alle difficoltà, ci può essere una riduzione delle attività preventive, oppure una tendenza ad accettare commesse su lavorazioni più pericolose, o anche solo oltre ai limiti normali causando una pericolosa congestione. Tutti questi fenomeni hanno una relazione positiva con gli infortuni che possono aumentare. Se la crisi è invece più avanzata, la produzione si riduce o si azzerava e con essa la frequenza infortunistica (correlazione negativa, riduzione degli infortuni).

Molto più chiaro è invece il bias derivante dall'attrito nella misurazione dell'impatto dei Bandi ISI sulla sopravvivenza di impresa (obiettivo secondario, vedi Capitolo 10), impatto che rischia di essere sovrastimato se non si adottano strategie valutative in grado di affrontare il problema della non conformità. Infine, non è chiara l'esistenza di un bias sugli effetti sulla produttività (Capitolo 11). I capitoli che seguono, oltre a mostrare i risultati della valutazione di impatto, daranno atto delle strategie applicate per contrastare il rischio di distorsione causato dalla presenza di non conformità nell'assegnazione al trattamento nel caso dei Bandi ISI.

7. Riferimenti bibliografici

- Bottazzi, G., Secchi, A. & Tamagni, F. (2014). Financial constraints and firm dynamics. *Small Business Economics*, 42, 99-116.
- Charnes, A., Cooper, W.W. & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Czarnitzki, D. & Hottenrott., H. (2011a). R&D investment and financing constraints of small and medium-sized firms. *Small business economics*, 36, 65-83.
- Czarnitzki, D. & Hottenrott, H. (2011b). Financial constraints: Routine versus cutting edge R&D investment. *Journal of Economics & Management Strategy*, 20(1), 121-157.
- Daraio, C. & Simar, L. (2016). Efficiency and benchmarking with directional distances: a data-driven approach. *Journal of the Operational Research Society*, 67(7), 928-944.
- Deprins, D., Simar, L. & Tulkens, H. (1984). Measuring labor inefficiency in post offices. In Marchand, M., Pestieau, P. & Tulkens, H. (ed. by). *The Performance of Public Enterprises: Concepts and measurements*. Amsterdam, North-Holland, 243-267.
- Falavigna, G. (2012). Financial ratings with scarce information: A neural network approach. *Expert Systems with Applications*, 39(2), 1784-1792.
- Falavigna, G. (2021). *Una breve introduzione alle tecniche di Data Mining*. Moncalieri: CNR-

- IRCrES (Itinerari per l'alta formazione). <http://dx.doi.org/10.23760/978-88-98193-2021-02>, ISBN: 978-88-98193-23-3.
- Falavigna, G. (2022). *Evolution of Deep Learning from Turing machine to Deep Learning next generation. (CNR-IRCrES Itinerari per l'Alta Formazione 4)*. Torino: Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile. Available at: <http://dx.doi.org/10.23760/2421-7158.2022.004>.
- Falavigna, G. & Ippoliti, R. (2021a). Institutional efficiency and budget constraints: a Directional Distance Function approach to lead a key policy reform. *Technical Report CNR-IRCrES Working Paper 6/2021*. CNR-IRCrES. Istituto di Ricerca sulla Crescita Economica Sostenibile.
- Falavigna, G. & Ippoliti, R. (2021b). Reform policy to increase the judicial efficiency in Italy: The opportunity offered by EU post-Covid funds. *Journal of Policy Modeling*, 43(5), 923-943.
- Falavigna, G. & Ippoliti, R. (2023). SMEs' behavior under financial constraints: An empirical investigation on the legal environment and the substitution effect with tax arrears. *The North American Journal of Economics and Finance*, 66, 101903.
- Falavigna, G., Ippoliti, R. & Ramello, G.B. (2018). DEA-based Malmquist productivity indexes for understanding courts reform. *Socio-Economic Planning Sciences*, 62, 31-43.
- Farrell, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society Series A: Statistics in Society*, 120(3), 253-281.
- Lovell, C.K. (2003). The decomposition of Malmquist productivity indexes. *Journal of productivity analysis*, 20, 437-458.
- Savić, G. & Martić, M. (2017). Composite indicators construction by data envelopment analysis: Methodological background. In *Emerging trends in the development and application of composite indicators*. IGI Global, 98-126.
- Shephard, R.W. (1970). *Theory of cost and production functions*. Princeton University, Princeton, NJ.
- Simar, L. & Wilson, P.W. (1999). Estimating and bootstrapping Malmquist indices. *European journal of operational research*, 115(3), 459-471.
- Simar, L. & Wilson, P.W. (2000). Statistical inference in nonparametric frontier models: The state of the art. *Journal of Productivity Analysis*, 13, 49-78.
- Wheelock, D.C. & Wilson, P.W. (2008). Non-parametric. Unconditional Quantile Estimation for Efficiency Analysis with an Application to Federal Reserve Check Processing Operations. *Journal of Econometrics*, 145, 209-225.
- Wilson, P.W. (2011). Asymptotic Properties of some Non-parametric Hyperbolic Efficiency Estimators. In van Keilegom I. & Wilson, P.W. (ed. by), *Exploring Research Frontiers in Contemporary Statistics and Econometrics*, Springer-Verlag, Berlin, 115-150.

8. Appendice: Statistiche descrittive e *t-test* su efficienza, produttività e rating finanziario

Tabella A1. – Distribuzione delle imprese Lost e Liquidate in base al settore di attività economica (con suddivisione delle tipologie di imprese lost)

ATECO (freq. %)	Drop-outs		Non ammesse		Ammesse Drop-outs		Ammesse fallite		Ammesse liquidate		Totale	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Materie prime	21	2.67	116	4.70	22	4.15	7	5.51	274	3.99	440	4.08
Manifattura	291	37.02	956	38.75	205	38.68	55	43.31	3.284	47.80	4.791	44.44
Public utilities	34	4.33	81	3.28	16	3.02	6	4.72	200	2.91	337	3.13
Costruzioni	149	18.96	550	22.29	128	24.15	21	16.54	1.599	23.27	2.447	22.70
Commercio	116	14.76	310	12.57	68	12.83	14	11.02	852	12.40	1.360	12.61
Trasporti	35	4.45	133	5.39	22	4.15	6	4.72	233	3.39	429	3.98
Altri settori	140	17.81	321	13.01	69	13.02	18	14.17	429	6.24	977	9.06
Totale	786	100.00	2.467	100.00	530	100.00	127	100.00	6.871	100.00	10.781	100.00

Tabella A2. – Distribuzione delle imprese Lost e Liquidate in base al settore di attività economica (con suddivisione delle tipologie di imprese lost) e score di efficienza (valori medi)

ATECO (efficiency mean)	Drop-outs	Non ammesse	Ammesse drop-outs	Ammesse respinte	Ammesse liquidate	Totale
Materie prime	0.729	0.776	0.753	0.808	0.803	0.79
Manifattura	0.703	0.689	0.673	0.689	0.699	0.696
Public utilities	0.838	0.858	0.83	0.791	0.878	0.865
Costruzioni	0.687	0.698	0.711	0.724	0.731	0.72
Commercio	0.872	0.865	0.834	0.82	0.862	0.862
Trasporti	0.912	0.875	0.905	0.935	0.901	0.894
Altri settori	0.792	0.777	0.763	0.794	0.799	0.788
Totale	0.756	0.744	0.732	0.746	0.749	0.748

Tabella A3. – Distribuzione delle imprese Lost e Liquidate in base al settore di attività economica (con suddivisione delle tipologie di imprese lost) e alla produttività (frequenze)

ATECO	Drop-outs			Freq.
	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	
Materie prime	9	5		14
Manifattura	141	112		253
Public utilities	12	19		31
Costruzioni	61	65		126
Commercio	59	39		98
Trasporti	17	9		26
Altri settori	56	64		120
Totale	355	313		668
ATECO	Not ammesse			Freq.
	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	
Materie prime	54	43		97
Manifattura	440	387		827
Public utilities	37	29		66
Costruzioni	241	195	1	437

Commercio	136	122	1	259
Trasporti	56	54	1	111
Altri settori	148	111		259
Totale	1112	941	3	2056
Ammesse drop-outs				
ATECO	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	Freq.
Materie prime	9	10		19
Manifattura	86	102		188
<i>Public utilities</i>	10	4		14
Costruzioni	59	50		109
Commercio	29	31		60
Trasporti	12	8		20
Altri settori	28	29		57
Totale	233	234		467
Ammesse respinte				
ATECO	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	Freq.
Materie prime	3	3		6
Manifattura	30	22		52
<i>Public utilities</i>	5	1		6
Costruzioni	11	8		19
Commercio	6	8		14
Trasporti	4	2		6
Altri settori	7	10		17
Totale	66	54		120
Ammesse liquidate				
ATECO	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	Freq.
Materie prime	138	98		236
Manifattura	1712	1323	2	3037
<i>Public utilities</i>	116	76		192
Costruzioni	796	673		1469
Commercio	400	378		778
Trasporti	122	89		211
Altri settori	189	192	1	382
Totale	3473	2829	3	6305

Tabella A4. – Distribuzione delle imprese Lost e Liquidate in base al settore di attività economica (con suddivisione delle tipologie di imprese lost) e alla produttività (valori percentuali)

Drop-outs				
ATECO	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	Freq.
Materie prime	64.29%	35.71%		100.00%
Manifattura	55.73%	44.27%		100.00%
<i>Public utilities</i>	38.71%	61.29%		100.00%
Costruzioni	48.41%	51.59%		100.00%
Commercio	60.20%	39.80%		100.00%
Trasporti	65.38%	34.62%		100.00%
Altri settori	46.67%	53.33%		100.00%
Totale	53.14%	46.86%		100.00%
Not ammesse				
ATECO	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	Freq.
Materie prime	55.67%	44.33%		100.00%
Manifattura	53.20%	46.80%		100.00%

<i>Public utilities</i>	56.06%	43.94%		100.00%
Costruzioni	55.15%	44.62%	0.23%	100.00%
Commercio	52.51%	47.10%	0.39%	100.00%
Trasporti	50.45%	48.65%	0.90%	100.00%
Altri settori	57.14%	42.86%		100.00%
Totale	54.09%	45.77%	0.15%	100.00%

Ammesse Drop-outs				
ATECO	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	Freq.
Materie prime	47.37%	52.63%		100.00%
Manifattura	45.74%	54.26%		100.00%
<i>Public utilities</i>	71.43%	28.57%		100.00%
Costruzioni	54.13%	45.87%		100.00%
Commercio	48.33%	51.67%		100.00%
Trasporti	60.00%	40.00%		100.00%
Altri settori	49.12%	50.88%		100.00%
Totale	49.89%	50.11%		100.00%

Ammesse respinte				
ATECO	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	Freq.
Materie prime	50.00%	50.00%		100.00%
Manifattura	57.69%	42.31%		100.00%
<i>Public utilities</i>	83.33%	16.67%		100.00%
Costruzioni	57.89%	42.11%		100.00%
Commercio	42.86%	57.14%		100.00%
Trasporti	66.67%	33.33%		100.00%
Altri settori	41.18%	58.82%		100.00%
Totale	55.00%	45.00%		100.00%

Ammesse liquidate				
ATECO	Tfp > 1	Tfp < 1	Tfp = 1	Freq.
Materie prime	58.47%	41.53%		100.00%
Manifattura	56.37%	43.56%	0.07%	100.00%
<i>Public utilities</i>	60.42%	39.58%		100.00%
Costruzioni	54.19%	45.81%		100.00%
Commercio	51.41%	48.59%		100.00%
Trasporti	57.82%	42.18%		100.00%
Altri settori	49.48%	50.26%	0.26%	100.00%
Totale	55.08%	44.87%	0.05%	100.00%

Tabella A5. – Distribuzione delle imprese Lost e Liquidate in base al rating finanziario (con suddivisione delle tipologie di imprese lost)

Rating (freq. %)	Ammesse drop-outs		Ammesse fallite		Ammesse liquidate		Drop-outs		Non ammesse		Totale	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
AAA	20	3.97%	5	4.00%	448	6.85%	50	6.68%	131	5.55%	654	6.36%
AA	104	20.63%	30	24.00%	1.925	29.42%	174	23.23%	542	22.95%	2.775	26.99%
A	83	16.47%	17	13.60%	1.260	19.26%	131	17.49%	454	19.22%	1.945	18.91%
BBB	117	23.21%	31	24.80%	1.539	23.52%	174	23.23%	565	23.92%	2.426	23.59%
BB	86	17.06%	21	16.80%	879	13.43%	136	18.16%	415	17.57%	1.537	14.95%
B	80	15.87%	15	12.00%	433	6.62%	63	8.41%	214	9.06%	805	7.83%
CCC	5	0.99%	5	4.00%	34	0.52%	13	1.74%	12	0.51%	69	0.67%
D	9	1.79%	1	0.80%	25	0.38%	8	1.07%	29	1.23%	72	0.70%
Totale	504	100.00%	125	100.00%	6.543	100.00%	749	100.00%	2.362	100.00%	10.283	100.00%

Figura A1. – Liquidate vs Drop-outs a confronto in base al rating finanziario (la linea continua identifica le imprese liquidate)

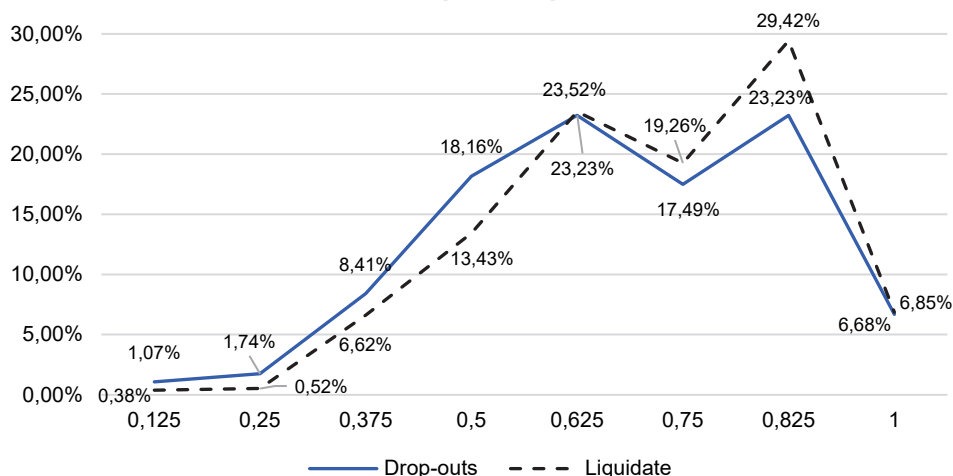


Tabella A6. – Statistiche tra Liquidate e Lost – rating finanziario

Group	Freq	Mean
Drop-outs (0)	749	0,674
Liquidate (1)	6.543	0,711

Figura A2. – Liquidate vs Non ammesse a confronto in base al rating finanziario (la linea continua identifica le imprese liquidate)

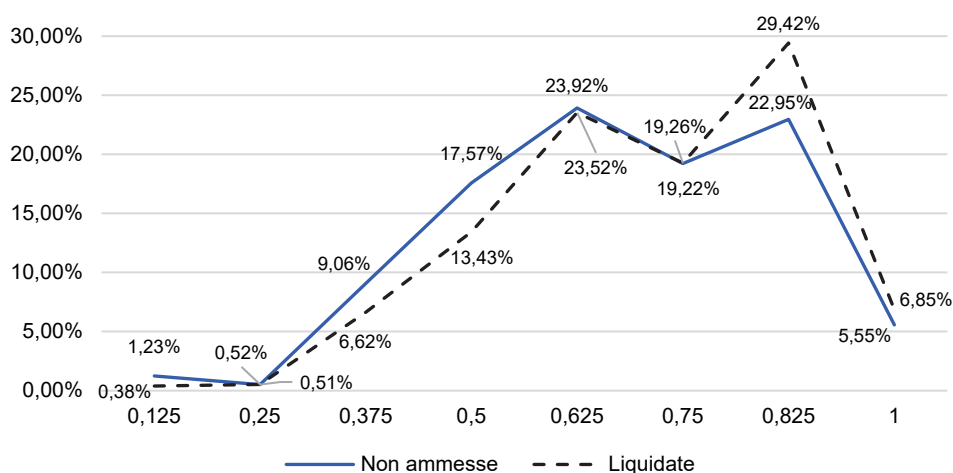


Tabella A7. – Statistiche tra Liquidate e Non ammesse – rating finanziario

	Freq	Media
Non ammesse (0)	2.362	0,674
Liquidate (1)	6.543	0,711

Figura A3. – Liquidate vs Ammesse Drop-outs a confronto in base al rating finanziario (la linea continua identifica le imprese liquidate)

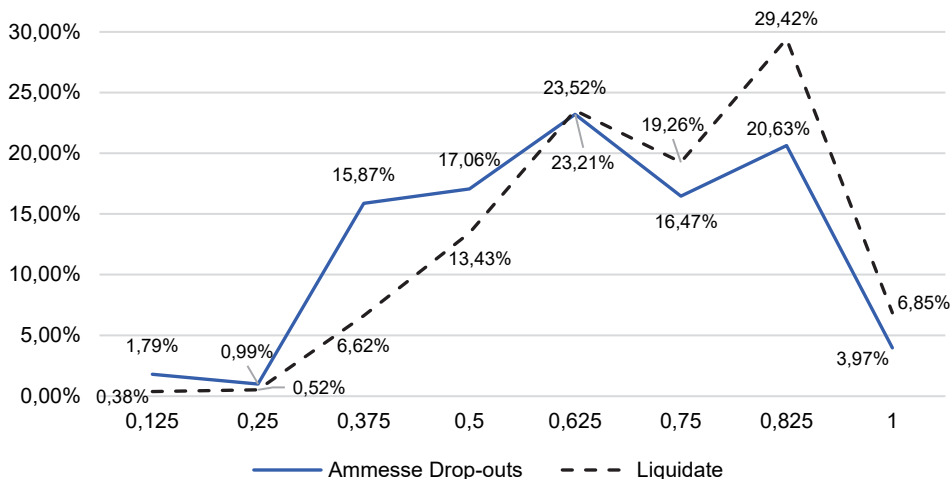


Tabella A8. – Statistiche tra Liquidate e Ammesse Drop-outs – rating finanziario

	Freq	Media
Ammesse Drop-outs (0)	504	0,638
Liquidate (1)	6.543	0,711

Figura A4. – Liquidate vs Ammesse Respinte a confronto in base al rating finanziario (la linea continua identifica le imprese liquidate)

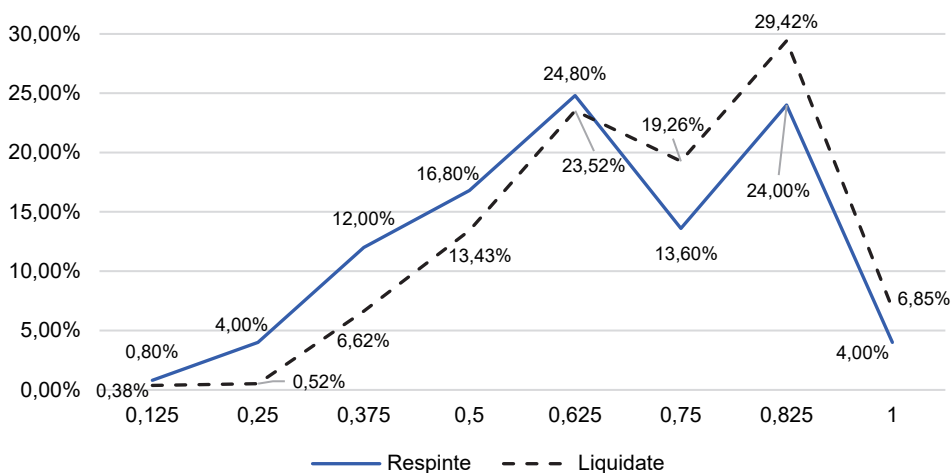


Tabella A9. – Statistiche tra Liquidate e Respinte – rating finanziario

	Freq.	Media
Ammesse Respinte (0)	125	0,647
Liquidate (1)	6.543	0,711

Capitolo 3

Incentivi all'adozione di modelli di gestione della sicurezza: un'analisi dell'impatto

Lisa Sella, Elena Ragazzi, Eva Dettmann

1. Introduzione: i modelli di gestione della sicurezza nei Bandi ISI

Tra le molteplici opzioni di investimento offerte dai Bandi ISI figura uno specifico asse dedicato a “Progetti per l’adozione di modelli organizzativi e di responsabilità sociale”, da qui in poi denominato per brevità asse “Modelli Organizzativi”. L’asse, la sua genesi e il suo inquadramento nei più ampi sistemi di gestione della salute e sicurezza sul lavoro (SGSL) sono oggetto di una descrizione approfondita nel Capitolo III-3 del precedente volume (Ragazzi *et al.*, 2023), cui si rimanda il lettore interessato. Qui ci limitiamo a richiamare alcuni concetti fondamentali per comprendere i risultati della valutazione di impatto proposta nel capitolo: la definizione dell’SGSL e gli elementi salienti della teoria del cambiamento.

Richiamiamo quindi la definizione di SGSL in accordo con INAIL, ossia “*sistemi organizzativi che integrano obiettivi e politiche per la salute e sicurezza nella progettazione e gestione di sistemi di lavoro e produzione di beni o servizi*”¹. Pertanto, l’adozione di un SGSL è esplicitamente finalizzata alla riduzione di infortuni e malattie professionali. La letteratura sul tema distingue l’adozione per ottemperare a un obbligo dall’adozione volontaria di SGSL (ad es. Robson *et al.*, 2005, *op. cit.*), cioè non regolamentata dallo Stato, con origine sia pubblica sia privata, frequentemente sviluppata da organizzazioni commerciali, grandi aziende e associazioni – ad esempio associazioni di settore (Van Stolk *et al.*, 2012). L’SGSL volontario si attua attraverso la formulazione di standard o linee guida e può fornire sia requisiti utili per la certificazione, sia semplici indicazioni sulle buone pratiche di gestione per la SSL. Proprio quelle volontarie sono le iniziative che vengono finanziate attraverso gli incentivi dei Bandi ISI, di cui valutiamo qui l’impatto.

Per comprendere i risultati della valutazione, occorre ancora richiamare la teoria del cambiamento degli SGSL, già descritta in Ragazzi *et al.* (2023). Innanzitutto, gli SGSL hanno un obiettivo eterogeneo, che può riguardare sia gli infortuni sia le malat-

¹ <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/prevenzione-e-sicurezza/promozione-e-cultura-della-prevenzione/sgsl.html>, ultima consultazione 28/10/2022.

tie professionali, così come sia la loro frequenza sia la loro gravità. In secondo luogo, si tratta di un investimento (prevalentemente) **immateriale**, composto da numerose azioni: alcune hanno un **costo esplicito**, rappresentato principalmente da consulenze e dal costo per ottenere le certificazioni; altre un **costo implicito**, rappresentato dal costo del personale incaricato di adempiere alle misure imposte dal modello. Infine, esiste anche un **costo occulto**, dovuto alla riduzione di produttività che può derivare dall'adozione delle pratiche previste dallo standard. Si tratta di un costo difficile da quantificare, che rappresenta però un forte incentivo all'adozione di pratiche non sicure e dunque un **ostacolo all'efficacia dell'SGSL**. A proposito, identifichiamo un altro ostacolo alla tenuta dell'efficacia della misura nella distinzione fra spese capitali e spese correnti; gli incentivi coprono generalmente solo le spese capitali, cioè i costi necessari per portare a regime l'SGSL, mentre le spese correnti per la sua gestione, soprattutto relative al capitale umano, sono a carico dell'azienda. Anche questo può minare l'efficacia dell'SGSL nel tempo.

In conclusione, gli SGSL si compongono di diverse azioni, tutte con l'obiettivo di migliorare gli elementi condizionanti la salute e sicurezza sui luoghi di lavoro (SSL), siano essi soggettivi (relativi al capitale umano, ad es. consapevolezza, tendenza a rispettare le regole, competenze e abitudini) oppure oggettivi (gestione del rischio, organizzazione del lavoro). Concretamente, fra le **azioni SGSL che incidono sugli elementi condizionanti soggettivi** troviamo: la formazione; le campagne di consapevolezza; il dialogo sociale fra le varie componenti dell'impresa, così da arrivare a definire in modo concertato delle pratiche più sicure ma anche ben accettate, in modo da ridurre la necessità della vigilanza sul loro rispetto. Fra le **azioni che mirano a intervenire sugli elementi condizionanti oggettivi** troviamo invece: la valutazione del rischio, che porta a una ridefinizione dei processi nell'ottica della sua minimizzazione; l'informazione e la comunicazione; la chiara definizione delle responsabilità e della catena di comando. Ciascun gruppo di azioni, se ben realizzata, produce degli **output**: sul fronte del capitale umano, una maggiore consapevolezza, l'acquisizione di competenze e conoscenze, l'adozione di pratiche corrette. Sul fronte del sistema organizzativo, la maggior preparazione si traduce concretamente nella capacità di *diagnosi precoce* delle situazioni di pericolo, nella *rapidità di reazione* una volta identificato il problema e nella corretta *azione per rimediarsi*. Inoltre, una gestione strategicamente programmata permette di prendere in carico le eventuali interazioni, sia fra fattori di rischio, sia fra contromisure. Questi output diretti dei modelli di gestione si possono poi tradurre in un *miglioramento della SSL*, la nostra dimensione obiettivo, con un effetto indiretto che si aggiunge a quello diretto:

- in modo **diretto** i modelli di gestione sono in grado di esercitare di per sé un effetto positivo sulla sicurezza, riducendo sia le evenienze, sia il loro impatto;
- in modo **indiretto** i modelli di gestione sono **condizione abilitante** per altri tipi di azioni e contromisure: senza una buona cultura della sicurezza e una buona gestione degli strumenti a disposizione, molti investimenti potrebbero perdere buona parte della loro efficacia.

Riassumendo, con i Bandi ISI asse Modelli Organizzativi è possibile finanziare attività di consulenza e di certificazione per l'adozione di: sistemi di gestione della SSL

e modelli organizzativi e gestionali di varie tipologie, sistemi di responsabilità sociale, modalità di rendicontazione sociale. Da questa lista si intuisce che l'oggetto dell'investimento può essere anche molto diverso e questa intuizione è anche confermata da una lettura approfondita dei testi dei bandi. Come mostrato nel Capitolo 1, La partecipazione ai Bandi è condizionata dall'esito della procedura preselettiva: per essere eleggibili e partecipare al *click-day* è necessario superare il punteggio minimo prestabilito durante la fase di auto-candidatura delle imprese. Nello specifico, il punteggio dell'impresa è determinato da molti elementi soggettivi dell'unità produttiva che fa domanda, ma anche da alcune caratteristiche del progetto proposto, quali tipologia, certificazione, coinvolgimento delle parti sociali. Dalle regole per il calcolo del punteggio è possibile inferire un ordinamento di qualità delle tipologie di progetti proposti, che potrebbero avere anche effetti sulla misura o sulla leggibilità dell'impatto².

Per concludere, anche sulla base dell'evidenza che emerge da altri tipi di politiche per la sicurezza, oltre a un possibile effetto diretto, **ci aspettiamo che l'effetto indiretto sia decisivo soprattutto in contesti caratterizzati da un basso livello di maturità e preparazione; tali condizioni possono inficiare l'efficacia di altri investimenti (per esempio in macchinari più sicuri) o l'adozione di contromisure (come i dispositivi di protezione individuale). In tali contesti gli investimenti nei SGSL risulterebbero quindi giustificati anche se l'effetto diretto sugli indicatori infortunistici risultasse non percepibile con una valutazione quantitativa di impatto. Quest'ultima considerazione ci riporta alla riflessione su ruolo, funzionamento ed efficacia di politiche dalla cosiddetta spinta gentile (Thaler & Sunstein, 2008), ossia politiche basate sulla persuasione ad adottare modelli strategici virtuosi piuttosto che politiche strettamente prescrittive.**

2. Le basi dati e il campione per la valutazione dei SGSL

Dal paragrafo precedente si evince il notevole raggio di azione degli SGSL finanziati attraverso i Bandi ISI, ma anche la loro conseguente eterogeneità intrinseca. Ai fini della valutazione di impatto, sono particolarmente critici due aspetti: la **numerosità campionaria** e la **leggibilità del nesso causale**, ovvero la catena logica che deriva dalla teoria del cambiamento e che lega l'investimento all'impatto sulla SSL. In particolare, come evidenziato in precedenza, la chiarezza del nesso causale è mediata dalle molteplici relazioni che gli SGSL hanno con le dimensioni oggettive e soggettive della SSL, elementi condizionanti dell'impatto dei sistemi organizzativi.

²Nel tempo sono cambiati sia i valori degli score attribuiti alle varie categorie, seguendo le decisioni complessive per il calcolo delle formule di ogni anno, e sia le tipologie di modelli di gestione ammissibili, in questo caso seguendo l'evoluzione nel lavoro degli enti certificatori. Malgrado questi cambiamenti, riclassificando le scelte fatte in ogni anno, si distingue sempre un gruppo di tipologie a cui viene dato il punteggio massimo (sempre associato all'ottenimento di una certificazione per un SGSL), un folto gruppo di tipologie a cui viene dato un punteggio intermedio (che includono SGSL non certificati o SGSL certificati da enti non accreditati presso Accredia), infine un gruppo con punteggio più basso (che includono solo i sistemi di responsabilità sociale certificato SA 8000 o asseverati da terza parte indipendente).

Relativamente ai dati, le analisi di impatto qui proposte sono basate sul collegamento e messa in qualità³ di tre *database* distinti, forniti da INAIL: i *dati sui Bandi ISI*, disponibili per il periodo 2010-2018⁴ (da qui dati ISI); i *dati sulle Aziende assicurate INAIL* (da qui dati Aziende) e i *dati sugli Infortuni* avvenuti in Italia (da qui dati Infortuni), entrambi disponibili per il decennio 2010-2019.

Per estendere il più possibile la dimensione del campione considerato e facilitare la leggibilità dei nessi causali, l'analisi di impatto sugli SGSL include le imprese partecipanti ai Bandi ISI dal 2011 al 2015. Infatti, per disegnare la valutazione di impatto è necessario avere a disposizione:

- *Dati su imprese trattate e imprese non trattate*. Nel nostro caso, i Bandi ISI sembrerebbero configurarsi come un esperimento naturale: il trattamento è l'investimento in SGSL; la selezione al trattamento avviene in modo pseudo-randomizzato durante il *click-day*; le imprese trattate sono quelle selezionate che concludono la procedura ricevendo la liquidazione finale; le imprese non trattate sono quelle non selezionate al *click-day* (vedere Langastro *et al.*, 2023, nel precedente volume per una descrizione dettagliata del processo di implementazione dei Bandi ISI).
- *Dati sugli infortuni, sia nel periodo precedente il trattamento, sia nel periodo successivo*. Questo porta ad escludere i Bandi di anni più recenti in cui verrebbe a mancare la possibilità di osservare gli andamenti infortunistici dopo l'investimento.

Le peculiarità dei SGSL invitano a utilizzare due diversi livelli di analisi nella valutazione di impatto e dunque nella definizione dei campioni: da un lato la *Posizione Assicurativa Territoriale (PAT)* in seguito), che è l'unità locale di impresa che partecipa ai Bandi ISI; dall'altro lato l'*impresa tout court*, ovvero l'aggregazione di tutte le unità locali che compongono l'impresa e che potenzialmente beneficiano dei cambiamenti organizzativi introdotti dai SGSL⁵. Selezionando l'asse Modelli Organizzativi nei Bandi 2011-2015, la valutazione di impatto utilizza i campioni rappresentati in Tabella 1 secondo questi due diversi livelli di analisi. Poiché la ricostruzione dei campioni ha escluso unità che siano state trattate in altre misure dei Bandi ISI nel periodo considerato, la differenza fra i due livelli di osservazione è dovuta alle imprese multi-PAT, ovvero composte di più unità assicurative. Come si nota confrontando le due colonne di totali, non si tratta di differenze molto rilevanti. È opportuno esplorare entrambi i livelli, perché la dimensione dell'unità su cui si applica l'SGSL (impresa vs PAT) è una delle determinanti fondamentali del rischio occupazionale (De Santo *et al.*, 2023, e referenze ivi contenute).

³ Le operazioni preliminari per il collegamento e la messa in qualità dei dati sono particolarmente rilevanti, perché i *database* sono costruiti a scopo amministrativo e non per la ricerca valutativa (Ragazzi & Sella, 2014, 2018).

⁴ I dati sui Bandi ISI si fermano al 2018 in quanto il Bando 2019 è stato annullato.

⁵ Gli stessi Bandi ISI prevedono infatti che, per l'asse Modelli di Gestione, ci sia la possibilità di indicare il numero totale di addetti dell'impresa e su tale numero calcolare l'importo massimo finanziabile. La logica è appunto quella che un SGSL possa avere beneficio non solo per i lavoratori impegnati in una certa lavorazione, ma anche su tutti gli addetti dell'impresa.

Tabella 1. – Trattati e non trattati per l'asse Modelli Organizzativi, unità di osservazione: imprese e PAT (valori assoluti)

Anno	IMPRESSE			POSIZIONI ASSICURATIVE TERRITORIALI		
	Non trattati	Trattati	Totale	Non trattati	Trattati	Totale
2011	2355	360	2715	2425	365	2790
2012	897	507	1404	915	529	1444
2013	1396	206	1602	1410	215	1625
2014	1135	116	1251	1143	120	1263
2015	1072	62	1134	1083	64	1147
Totale	6855	1251	8106	6976	1293	8269

Complessivamente, il numero di unità trattate nei singoli bandi è abbastanza ridotto, minando la significatività statistica delle analisi. Il Bando ISI 2012 mostra un numero soddisfacente di trattati (529 PAT e 507 imprese), ma anche il numero minimo di non trattati (915 PAT e 897 imprese): la leggibilità dell'impatto viene quindi favorita dalla buona numerosità dei trattati, ma il basso rapporto fra trattati e non trattati introduce comunque delle difficoltà di analisi.

Per questo motivo, le sezioni successive propongono analisi per singolo bando sulle due unità di osservazione, ma anche analisi aggregate sul complesso dei bandi, in modo da aumentare la numerosità dei campioni. A sua volta, [l'aggregazione dei bandi pone però delle criticità, dovute all'eterogeneità della misura nel tempo](#), sia in termini di finanziamento, sia in termini, seppur marginali, di implementazione (Colagiaco *et al.*, 2023).

Queste considerazioni riconducono al *trade off* che il valutatore di politiche si trova frequentemente ad affrontare in fase di disegno della valutazione, soprattutto se *ex post* come in questo caso. La significatività statistica delle analisi richiede infatti campioni numerosi, spesso a danno della leggibilità del nesso causale, per cui è invece necessario ideare disegni di valutazione molto specifici, che riducano al minimo le fonti di eterogeneità e di confondimento. Questo problema sarà ampiamente trattato per un altro tipo di investimenti (gli investimenti contro uno specifico rischio infortunistico) nel Capitolo 4 e nel Capitolo 5.

3. Indicatori e metodi

L'analisi di impatto viene condotta [confrontando l'andamento medio del campione dei trattati con quello del campione di controllo](#) (non trattati) in alcuni indicatori di interesse, selezionati sulla base degli obiettivi della politica. Nella fattispecie, gli SGSL vogliono incidere sul livello generale di SSL dell'impresa, per cui ci si attende che la loro efficacia si traduca in un [miglioramento degli indicatori infortunistici in genere](#) nel gruppo dei trattati.

Poiché il rischio si esplica principalmente nelle due dimensioni di frequenza e impatto (Ragazzi & Sella, 2023), l'analisi valutativa prende in considerazione indicatori di risultato relativi sia alla frequenza infortunistica, sia alla gravità degli eventi. In particolare, combinando le basi dati disponibili, per ogni unità considerata (PAT o impre-

sa) viene ricostruita su base annuale la serie storica 2010-2019 di quattro diversi indicatori, definiti con precisione in Ragazzi e Sella (2023), cui si rimanda per dettagli⁶:

- il numero totale di infortuni;
- il numero totale di infortuni gravi;
- il tasso di frequenza infortunistica, definito come il rapporto fra il numero di infortuni e la dimensione dell'unità osservata;
- il tasso di gravità infortunistica, definito come il rapporto fra il numero di infortuni gravi e la dimensione dell'unità osservata.

La ricostruzione degli indicatori su base annuale è stata effettuata combinando i dati Infortuni e i dati Aziende. Entrambi i *database* raccolgono micro-dati a livello PAT, per cui dapprima si è ricostruita l'aggregazione annuale di infortuni per PAT⁷ e poi l'aggregazione a livello di impresa, sommando le numerosità infortunistiche delle corrispondenti PAT (in caso di imprese multi-PAT) su tutto il territorio nazionale.

Un simile procedimento è stato seguito per determinare la dimensione dell'unità osservata, necessaria per calcolare i tassi di frequenza e gravità infortunistica: i dati Aziende contengono su base annuale il numero di occupati⁸ per PAT, con dettaglio per dipendenti⁹ e artigiani. La *dimensione aziendale complessiva* è stata determinata aggregando i dati PAT per codice fiscale di impresa. È bene sottolineare che l'esercizio valutativo qui proposto ricostruisce la dimensione aziendale utilizzando esclusivamente i dati INAIL. Malgrado lo sforzo di data-management richiesto, ci è sembrata l'unica alternativa plausibile. In alternativa, si sarebbe potuto utilizzare il dato sulla dimensione di impresa contenuto nel noto *database* Aida del Bureau Van Dijk (<https://www.bvdinfo.com/>). Questo avrebbe però limitato l'analisi alle sole società di capitali. Dovendo valutare l'impatto di incentivi rivolti in particolar modo alle piccole e medie imprese, non abbiamo ritenuto questa strategia consigliabile; inoltre, questa esclusione avrebbe ulteriormente ridotto la numerosità campionaria, che nel caso dei SGSL è già un elemento critico.

3.1. Approcci metodologici per l'analisi di impatto dei SGSL

Passando agli approcci per la valutazione dell'impatto, si è scelto di utilizzare il *metodo Differenza nelle differenze (Difference-in-Differences, DiD)*, che combina l'approccio sperimentale di confronto fra trattati e non trattati con l'approccio pre-post,

⁶ Qui aggiungiamo solamente che gli indicatori sono stati calcolati considerando gli infortuni definiti positivi da INAIL. Gli infortuni gravi si riferiscono agli infortuni definiti positivi che hanno comportato una prognosi superiore ai 30 giorni, conseguenze permanenti oppure morte.

⁷ Nel caso di PAT presenti nei dati Aziende ma non nei dati Infortuni in uno specifico anno, si è inferito che non avessero avuto infortuni nell'anno di riferimento.

⁸ Si tratta, per la precisione, di Unità Lavorative Annuie (ULA), che rappresenta il numero di lavoratori equivalenti di una PAT. Si tratta di un'indicazione molto precisa che tiene conto dell'effettiva attività lavorativa svolta da ogni lavoratore in quell'anno. Per esempio, un lavoratore che ha prestato servizio per sei mesi, oppure con un part-time al 50%, sarà indicato come 0,5.

⁹ Espressi in Unità di Lavoro Annuie (ULA).

per confrontare l'evoluzione nel tempo dei due gruppi (per un'introduzione si veda Angrist & Pischke, 2009). Nella versione più semplice, il metodo stima l'effetto medio di trattamento sui trattati confrontando le differenze fra trattati e non trattati nei livelli medi post-trattamento dell'indicatore di interesse rispetto ai livelli medi pre-trattamento. Il confronto può essere raffinato utilizzando modelli di regressione multi-variata per depurare dall'effetto di alcune variabili confondenti (**DiD con covariate**), oppure utilizzando metodi di abbinamento statistico delle unità trattate e non trattate (**DiD con matching**).

Le diverse metodologie DiD introdotte sono particolarmente indicate quando si sospetta che le stime siano inficiate da eterogeneità residua, che rende i campioni non direttamente confrontabili in termini di variabili obiettivo. Nel caso specifico dei Bandi ISI, la bontà statistica dell'esperimento naturale può essere inficiata dal **fenomeno dell'attrito** e dagli altri problemi di non conformità alla decisione di trattamento (trattati esaustivamente nei Capitoli 1 e 2 del presente volume): ciò suggerisce di applicare la metodologia DiD e le sue versioni più avanzate invece di confrontare semplicemente gli andamenti infortunistici medi fra i gruppi dopo la conclusione del trattamento.

3.2. Trattamenti e periodi di osservazione

Per comprendere meglio l'analisi effettuata e i risultati ottenuti, è necessario chiarire i periodi di riferimento e gli impatti osservati. La Tabella 2 schematizza i periodi di osservazione pre- e post-trattamento delle PAT incluse nell'analisi di impatto degli SGSL per i Bandi ISI 2011-2015. La colonna 2 indica il numero di anni di distanza dal bando (negativo se precedente, positivo se successivo), mentre le colonne 3-7 indicano il numero di PAT osservate (trattati e non trattati insieme) per il relativo bando nei dati Aziende, disponibili nel range 2010-2019. Se i periodi non sono osservabili con i dati a disposizione, le rispettive celle sono vuote.

Tabella 2. – Campione sperimentale (PAT trattate e non trattate) per l'asse Modelli Organizzativi. Dettaglio per bando e per periodo dal trattamento (valori assoluti)

	Periodo	2011	2012	2013	2014	2015
Pre-trattamento	-5					906
	-4				1041	945
	-3			1376	1081	989
	-2		1308	1467	1148	1034
	-1	2654	1382	1557	1203	1090
	0	2790	1444	1625	1263	1147
Bando	Click-day	2827	1455	1638	1284	1154
Implementazione	1	2761	1434	1610	1264	1148
	2	2628	1393	1556	1229	1120
	3	2499	1332	1499	1191	1028
	4	2364	1269	1439	1089	
	5	2256	1213	1297		
	6	2167	1056			
	7	1856				
	Post-trattamento					

Ad esempio, per il Bando ISI 2015 si possono calcolare gli indicatori infortunistici pre-trattamento per il periodo più lungo (fino a 5 anni prima del bando) ma post-trattamento per il periodo più corto (non oltre 4 anni dal *click-day*). All'opposto, con i dati disponibili per il Bando ISI 2011, si può osservare un solo periodo pre-trattamento (prima del bando) e fino a 7 periodi post-trattamento (dopo il *click-day*). Il numero di PAT osservate non è costante nel tempo¹⁰ perché, nel periodo considerato, alcune unità locali nascono oppure vengono chiuse, entrando e uscendo dal *database*.

I risultati delle analisi di impatto con metodo DiD proposte nel paragrafo successivo confrontano sia l'andamento medio degli indicatori infortunistici dei periodi post-trattamento rispetto al periodo 0 (**impatto per periodo**), sia gli andamenti medi post-trattamento rispetto agli andamenti medi pre-trattamento (**impatto medio pre-post**). Il numero di periodi osservabili e la numerosità campionaria variano nei diversi Bandi ISI, come indicato in Tabella 2.

È bene richiamare che la bassa numerosità campionaria inficia la significatività statistica delle stime. Il metodo **DiD su periodi multipli** consente di aggirare il problema, ma l'algoritmo di stima lavora su dati *panel* bilanciati, ovvero sulle unità disponibili per tutto il periodo considerato: ciò consente di ragionare solo su PAT stabili, escludendo dalle analisi le unità locali neo-formate, ma anche quelle scomparse (e presumibilmente più fragili).

4. Risultati

Le fonti di eterogeneità della misura nel periodo valutato e le considerazioni sulla bassa numerosità campionaria hanno suggerito di applicare diverse strategie analitiche e diverse unità di osservazione per la misurazione degli impatti SGSL.

In primis abbiamo utilizzato la **PAT come unità analitica**, sia perché è l'unità organizzativa cui si rivolgono i Bandi ISI e che compila la domanda di finanziamento, sia perché il rischio occupazionale è strettamente correlato alle mansioni svolte, che possono essere anche molto diverse nelle imprese multi PAT¹¹. Successivamente, abbiamo ripetuto l'esercizio costruendo un nuovo *database* che utilizzasse l'impresa come unità di analisi, nell'ipotesi che gli effetti di un nuovo SGSL si possano esplicare a livello di impresa, più che di singola PAT.

La Tabella 3 illustra per Bando ISI e per periodo il dettaglio dei risultati statisticamente significativi¹² sui quattro indicatori infortunistici considerati applicando il meto-

¹⁰ La numerosità osservata nell'anno del bando (periodo 0) corrisponde al totale delle PAT indicato nell'ultima colonna della Tabella 1.

¹¹ Può essere utile ricordare che il codice PAT che viene assegnato non varia solo fra unità locali, ma anche all'interno dell'unità locale quando esistano in loco diverse mansioni caratterizzate da differente profilo di rischio.

¹² Le analisi sono state effettuate per tutti i Bandi considerati e per i periodi post-trattamento disponibili (vedere Tabella 2). I coefficienti non mostrati non sono statisticamente significativi, ovvero i dati disponibili suggeriscono un impatto nullo del Bando per il corrispondente periodo.

do DiD con covariate¹³ sui dati PAT. Le stime si riferiscono alle PAT stabili, presenti per tutto il periodo di osservazione: quasi nessun risultato resta significativo se stimato includendo anche le PAT che entrano/escono dal campione (risultati non mostrati).

Tabella 3. – Risultati delle stime con metodo DiD con covariate, diversi indicatori infortunistici. Effetto medio di trattamento nel caso di PAT stabili, per Bando e per periodo (anni) dal click-day

Bando	Periodo dal click-day	Indice di frequenza	Infortuni	Indice di gravità	Infortuni gravi
2012	+2	-0,014***	-0,249*	-0,004*	-0,125**
	+3	-0,011*	-0,248*	-0,003	-0,150**
	+5	-0,005	-0,236**	-0,003	-0,075
	Media pre/post	-0,007*	-0,243**	-0,001	-0,051
2013	+2	-0,001	0,032	-0,012**	-0,070
	+3	-0,007	-0,286	-0,010	-0,151*
2015	+3	-0,024**	-0,417*	-0,021**	-0,437**
Pooling	+2	-0,004	-0,098	-0,004*	-0,076***
2011-15	+3	-0,005*	-0,199**	-0,003	-0,116***

Significatività: *** $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; * $p < 0.1$

Tutti i coefficienti hanno il segno negativo atteso, ovvero **si riscontra un miglioramento negli indicatori infortunistici dei trattati rispetto ai non trattati**. Nei casi in cui il coefficiente è significativo, **la differenza fra trattati e non trattati si è sviluppata a favore dei trattati** quando si confronta la situazione infortunistica media pre-trattamento alla situazione infortunistica media post-trattamento: comparativamente, i trattati hanno diminuito il numero (o l'incidenza) degli infortuni dopo il trattamento più di quanto non l'abbiano diminuito i non trattati (coefficiente significativamente negativo). Gli effetti del trattamento iniziano ad osservarsi a due anni dal *click-day*, quando l'investimento in SGLS è concluso (si veda Ragazzi *et al.*, 2023 per dettagli sull'implementazione dell'asse Modelli Organizzativi). **I risultati, però, hanno significatività variabile in tutte le dimensioni di analisi adottate: i bandi, gli indicatori, i periodi.**

Andando nel dettaglio, il **Bando 2012 restituisce più evidenze** rispetto agli altri, come atteso sulla base della buona numerosità campionaria (Tabella 1). I dati disponibili consentono di osservare la serie storica infortunistica da due anni prima del bando fino a sei anni dopo il *click-day* (Tabella 2). Al termine dell'implementazione (periodo +2), tutti gli indicatori infortunistici registrano un miglioramento significativo per i trattati rispetto ai non trattati, paragonandosi alla situazione pre-trattamento (periodo 0). **L'impatto favorevole si osserva fino a cinque anni dal click-day nel numero di infortuni, fino a tre anni nel numero di infortuni gravi e nell'indice di frequenza infortunistica, solo a due anni nell'indice di gravità.**

¹³ Il modello di regressione multipla include fra le variabili di controllo *dummy* di settore e *dummy* di classe dimensionale e clusterizza gli *standard error* per macro-area.

Visto che gli infortuni sono avvenimenti aleatori, per controllare l'effetto spurio di eventi rari sugli indicatori è importante confrontare l'andamento medio pre-trattamento con l'andamento medio post-trattamento (riga "media pre-post" in Tabella 3): l'impatto significativamente negativo permane solo negli indicatori calcolati su tutti gli infortuni (numero di infortuni e indice di frequenza), mentre non risulta significativo sugli infortuni gravi. Ciò suggerisce una [maggiore aleatorietà degli eventi con esito grave, come è d'altronde ragionevole attendersi](#).

I risultati ottenuti dalle stime sul Bando 2012, però, non risultano robusti se stimati sui dati degli altri bandi, soprattutto per problemi di dimensione campionaria. Ad esempio, il Bando 2013 evidenzia impatti significativi a due o tre anni dal *click-day* solo sugli indicatori di gravità infortunistica. Invece, [il Bando 2015 mostra riduzioni significative in tutti gli indicatori](#), ma solo [a tre anni dal click-day](#): in questo caso, comunque, gli impatti sono osservabili solo fino al periodo tre e il rapporto fra trattati e controlli risulta il più vantaggioso (17 controlli per ogni trattato), nonostante la numerosità campionaria sia la più bassa (Tabella 2).

Le ultime righe della Tabella 3 [propongono i risultati stimati sull'insieme dei dati disponibili \(pooling 2011-2015\)](#), strategia valutativa adottata per ovviare alla scarsa robustezza dei risultati, la cui significatività compare solo a tratti nelle analisi per bando, presumibilmente per via della bassa numerosità campionaria. In questo modo, si [rilevano impatti significativamente negativi a due e tre anni dal click-day](#), ovvero nei due periodi in cui si sfrutta per intero l'aumento campionario dovuto al *pooling*. A un anno dal *click-day*, invece, gli impatti dell'SGLS non si esplicano ancora, trattandosi del periodo di implementazione del nuovo SGLS.

Infine, le stesse analisi sono state ripetute su un nuovo *database* creato aggregando gli andamenti infortunistici a livello di impresa, in modo da poter utilizzare [l'impresa come unità di analisi](#). In particolare, la dimensione di impresa e gli indicatori infortunistici sono stati ricalcolati aggregando i dati delle PAT riconducibili alla stessa impresa¹⁴. In questo caso la significatività dei risultati si riduce drasticamente, limitandosi al solo Bando 2012 su indicatori di gravità infortunistica dopo due anni dal *click-day*, oppure su quelli calcolati sulla media dei periodi pre- e post-trattamento (risultati non mostrati).

Nel complesso, questi risultati suggeriscono una constatazione importante, cioè che [gli effetti sulla SSL dei modelli organizzativi finanziati attraverso i Bandi ISI si esplicano essenzialmente sulle unità locali delle imprese](#), ovvero sull'unità organizzativa cui si rivolge il bando.

¹⁴La variabile chiave per l'aggregazione di PAT è il codice fiscale, relativo all'impresa di appartenenza.

5. Conclusioni

Il capitolo riporta i risultati delle analisi di impatto effettuate sull'asse Modelli Organizzativi dei Bandi ISI 2011-2015. Sono state proposte diverse metodologie modellistiche basate sull'approccio DiD, stimando gli impatti sia a livello di unità locale (PAT), sia a livello di impresa (aggregazione di PAT).

I risultati sono molto eterogenei e volatili, secondo tutte le dimensioni di analisi considerate: per bando, per periodo, per indicatore. In particolare, dopo l'investimento si osservano alcuni impatti significativi di riduzione degli indicatori infortunistici delle unità locali trattate stabili, ossia presenti per tutto il periodo di osservazione. Gli impatti si esplicano soprattutto dopo due o tre anni dalla selezione nel trattamento (*click-day*), per via dei tempi di implementazione degli SGSL. Nei periodi successivi, invece, gli impatti diventano difficili da identificare, soprattutto a causa della bassa numerosità campionaria. Inoltre, gli impatti si esplicano quasi esclusivamente a livello di unità locale, che è la ripartizione di impresa cui si rivolgono i Bandi ISI, probabilmente perché molti rischi infortunistici sono relativi alla specifica mansione e influenzati dal contesto locale.

Dal punto di vista metodologico, però, è necessario considerare che i Bandi ISI 2011-2015 erogano mediamente circa €9.000 a progetto per supportare investimenti SGSL, mentre il finanziamento medio su tutte le tipologie ISI è di circa €56.000. Ciò non consente di escludere che il disegno valutativo adottato sottostimi l'impatto del l'asse, perché un numero più o meno consistente di non trattati potrebbe aver comunque finanziato l'adozione di un SGSL, con risorse proprie o su fonti di finanziamento alternative (non conformità rispetto all'assegnazione al trattamento).

Il tema apre ad ulteriori approfondimenti di indagine, sia impiegando ulteriori approcci, sia affrontando domande valutative più specifiche. Riguardo alla prima ipotesi sembra particolarmente promettente un approccio che permette di superare la dicotomia fra analisi per singolo bando, la cui significatività statistica è complicata dalla bassa numerosità campionaria, e analisi *pooled*, inficiata dalla eterogeneità fra anni. Si tratterebbe di applicare il metodo DiD su periodi multipli di Callaway e Sant'Anna (2021), che consente di aumentare la numerosità campionaria aggregando i gruppi di trattati e non trattati, controllando per trattamenti avvenuti in periodi diversi e per potenziali dipendenze degli effetti di trattamento. Invece di stimare l'effetto medio del trattamento sui trattati, il metodo stima tutti gli effetti parziali per coorte (per bando, nel nostro caso) per ogni periodo post-trattamento (ogni anno osservato dopo l'anno del *click-day*) rispetto al periodo precedente l'inizio del trattamento¹⁵.

Riguardo invece ad analisi che perseguono finalità più specifiche, una strada potenzialmente interessante sarebbe quella di restringere le analisi di impatto al sottoin-

¹⁵ Nel nostro caso si tratta generalmente dell'anno in cui viene pubblicato il bando, solitamente verso la fine dell'anno solare. Il corrispondente *click-day* viene generalmente organizzato all'inizio dell'anno solare successivo.

sieme di imprese che hanno adottato un SGSL certificato (per cui sono disponibili liste pubbliche). In tal modo si potrebbe escludere dal campione di controllo eventuali non trattati certificati (effetto *cross-over* che porta a una sottostima dell'impatto), oltre a concentrarsi sulla tipologia di investimento più impegnativa (come riconosciuto dal punteggio assegnato in fase di auto-candidatura) e potenzialmente in grado di essere più efficace. Questa scelta consentirebbe di approfondire le analisi sotto vari aspetti: l'efficacia dei Bandi ISI ad agire come incentivi (consentendo cioè investimenti che altrimenti non sarebbero stati realizzati), verificando quante imprese non selezionate hanno comunque adottato un SGSL; l'impatto delle diverse tipologie di SGSL, confrontando le performance infortunistiche di imprese trattate con SGSL certificato rispetto a imprese trattate con SGSL non certificato; l'ipotesi di condizione abilitante, confrontando l'impatto di altre misure ISI su imprese che hanno adottato anche un SGSL certificato rispetto a imprese che non l'hanno adottato.

Quest'ultimo tema di approfondimento appare particolarmente importante, visto che l'effetto dei modelli organizzativi può esplicarsi per vie sia dirette, sia indirette (cfr. par. 1). In particolare, **l'eterogeneità e volatilità degli impatti stimati sugli indicatori infortunistici suggeriscono che gli SGSL possano fungere soprattutto da condizione abilitante per altri tipi di azioni e contromisure**: senza una buona cultura della sicurezza e una buona gestione degli strumenti a disposizione, molti investimenti potrebbero perdere buona parte della loro efficacia.

6. Riferimenti bibliografici

- Angrist, J.D. & Pischke, J.S. (2009). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton University Press.
- De Santo, A., Ragazzi, E. & Sella, L. (2023). Le determinanti del rischio occupazionale. In Castaldo, A., Ragazzi, E. & Sella, L., (ed.) *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?* Giappichelli, Torino.
- Langastro, A., Ragazzi, E., Sella, L. & Benati, I. (2023). Monitoraggio e valutazione dei Bandi ISI: una tassonomia delle imprese. In Castaldo, A., Ragazzi, E. & Sella, L. (ed.) *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?* Giappichelli, Torino.
- Ragazzi, E. & Sella, L., (2014). I dati amministrativi per la valutazione delle politiche: riscontri dall'esperienza piemontese sul FSE. *RIV Rassegna Italiana di Valutazione*, XVIII (60), 123-146, <https://doi.org/10.3280/RIV2014-060008>.
- Ragazzi, E. & Sella, L. (2018). Données administratives et évaluation des politiques régionales. Quels enjeux? *Revue d'Économie Régionale & Urbaine*, 2, 509-32, <https://doi.org/10.3917/reru.182.0509>.
- Ragazzi, E. & Sella, L. (2023). Analisi delle policy: nessi causali, variabili e indicatori del problema valutativo. In Castaldo, A., Ragazzi, E. & Sella, L. (ed.) *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?* Giappichelli, Torino.
- Ragazzi, E., Colagiaco, C., De Santo, A. & Radin, A. (2023). Analisi di Monitoraggio dei Bandi ISI: focus sulle iniziative ISI per l'asse modelli organizzativi. In Castaldo, A., Ragazzi, E. & Sella, L. (ed.) *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?* Giappichelli, Torino.
- Robson, L., Clarke, J., Cullen, K., Bielecky, A., Severin, C., Bigelow, P.L., Irvin, E., Culyer, A. & Mahood, Q. (2005). *The Effectiveness of Occupational Health and Safety Management Systems: A Systematic Review. Full Report*. Institute for Work & Health. <https://docplayer.net/8503314->

The-effectiveness-of-occupational-health-and-safety-management-systems-a-systematic-review-full-report.html.

Thaler, R. & Sunstein C. (2008). *Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness*. Penguin Books, New York, NY.

Van Stolk, C., Staetsky, L., Hassan, E. & Kim, C.W. (2012). *Management of Occupational Safety and Health: Analysis of Data from the European Survey: European Risk Observatory Report*. European Agency for Safety Health at Work. https://www.rand.org/pubs/external_publications/EP20120084.html.

Capitolo 4

Ricostruire il nesso causale per gli investimenti contro il rischio infortuni nelle basi dati INAIL

Elena Ragazzi, Arianna Radin, Lisa Sella

1. Introduzione

Per comprendere la ragione di questo capitolo è necessario fare un passo indietro, rispetto alla messa a terra delle strategie di valutazione di impatto, tornando a riflettere sulle peculiarità che caratterizzano la valutazione delle politiche SSL. È infatti lecito chiedersi perché sia necessario e che senso abbia realizzare valutazioni su sottoinsiemi di misure o, addirittura, aggregando progetti finanziati in misure differenti.

La valutazione di impatto di una politica di incentivi alla SSL (salute e sicurezza sui luoghi di lavoro) è caratterizzata da numerosissime sfide. Alcune di queste sono specifiche e connesse a come il singolo dispositivo viene implementato. Altre invece sono comuni a tutte le politiche per la salute e la sicurezza occupazionale. In estrema sintesi queste sono sintetizzabili riferendosi a due grandi categorie: **l'identificazione del nesso causale e la scelta degli indicatori di outcome per la valutazione.**

1. **Identificazione del nesso causale.** L'efficacia dell'investimento (es. l'acquisto di un macchinario) è condizionata da altri fattori (es. il livello di consapevolezza e competenza del lavoratore, l'intensità e la durata dell'esposizione al rischio). Ci sono molti fattori di confondimento che sono specifici per ogni misura, per ogni tipo di investimento e a seconda del contesto. Questi devono essere presi in carico dal valutatore in modo specifico, per non frustrare la possibilità di leggere gli effetti. L'esercizio di identificazione della causalità diventa ancora più difficile nel caso dei provvedimenti che mirano a migliorare le condizioni di salute, perché l'effetto di latenza (lungo periodo durante il quale gli effetti dell'esposizione al rischio si accumulano fino a sfociare nella malattia professionale) annacqua i legami e moltiplica gli elementi di confondimento. A causa dei molteplici fattori di confondimento (chiamate variabili condizionanti in Ragazzi & Sella, 2023), per poter meglio leggere il nesso causale fra incentivo/investimento e efficacia in termini di contenimento degli infortuni, è necessario costruire dei disegni di valutazione molto specifici che circoscrivano l'analisi a un insieme di investimenti aventi caratteristiche comuni e legati in modo evidente alla prevenzione di uno specifico rischio.
2. **Identificazione delle variabili di outcome per misurare l'impatto.** Gli infortuni sono

eventi aleatori che, per fortuna, hanno una frequenza molto bassa. Conseguentemente, l'osservazione degli andamenti infortunistici delle imprese coinvolte nella valutazione sarà caratterizzata da molti casi in cui le serie non si discostano dallo zero per un lungo intervallo di tempo, se non per tutto l'intervallo di osservazione. A causa di questa aleatorietà con bassa probabilità, per misurare gli andamenti infortunistici di una categoria in modo statisticamente affidabile, occorre disporre di campioni con alta numerosità.

È evidente che la compresenza di queste due problematiche genera una sorta di *trade-off* fra l'esigenza di circoscrivere il perimetro della valutazione e quella di disporre di ampi campioni. La seconda opzione è possibile solo se si considerano in modo aggregato misure caratterizzate da un'alta partecipazione senza distinguere per tipologia di investimento, con il rischio di non riuscire a leggere l'impatto per il rumore di fondo. La scelta invece di focalizzarsi su teorie del cambiamento non affette da fattori di confondimento porterà di converso a una drastica riduzione dei campioni, con il rischio di trovare impatti che non risultano statisticamente significativi per problemi di varianza.

In questo capitolo daremo conto del lavoro fatto per esplorare quest'ultima strategia, **identificando delle tipologie di investimento abbinabili con chiarezza a una tipologia di infortuni**. Questo lavoro concettuale non va fatto in astratto, ma sulla base delle informazioni presenti nelle banche dati amministrative dell'INAIL, su cui costruire gli indicatori di valutazione. Dovendo procedere a un'analisi quantitativa e non di studio di specifici casi, non è infatti possibile ricorrere ai campi di descrizione testuale dell'infortunio. Tali campi permetterebbero di sciogliere molti dubbi sulla possibilità di attribuire l'evento infortunistico alla tipologia a cui l'investimento mirava, ma il loro utilizzo massivo richiederebbe l'impegno di tecniche per la rielaborazione automatizzata del linguaggio naturale che esulano dai limiti del progetto VIP-Moving.

A seguire, nel Capitolo 5, tale lavoro concettuale e di costruzione di indicatori verrà messo alla prova attraverso l'applicazione di disegni di valutazione specifici.

Metodologicamente il lavoro è partito da una prospezione preliminare sulle categorie disponibili nelle tre banche dati INAIL utilizzate per la valutazione (Bandi ISI, Aziende e Infortuni). A seguire è stato realizzato un lavoro epistemologico per ricostruire il rapporto tra investimento, rischio e incidente. Questi concetti, così come le categorie che ne derivano, hanno ampie intersezioni ma non sono quasi mai sovrapponibili. L'obiettivo concreto è stato quello di definire una procedura per identificare automaticamente, attraverso le categorie esistenti:

- all'interno della base dati sui Bandi ISI i progetti che ricadono nella tipologia oggetto di valutazione;
- le tipologie di infortuni che vi corrispondono, sulla base delle informazioni presenti nella base dati Infortuni.

Va osservato che questa strategia analitica va riservata ai soli casi in cui sia possibile osservare una relazione univoca fra investimento e classe di infortuni. Abbiamo bisogno di leggere l'impatto del nostro incentivo in termini di riduzione di una tipologia di infortuni specificata con chiarezza. Non sarà invece possibile garantire la biunivocità della relazione, proprio perché ogni rischio deve essere prevenuto attraverso una molteplicità di azioni.

Le autrici sono coscienti che le classificazioni e la loro messa in relazione sono migliorabili, e auspicano in tal senso di avviare un dialogo con gli addetti ai lavori.

2. Gli elementi del nesso causale da ricostruire

L'obiettivo del presente lavoro è quello di illustrare il collegamento tra il tipo di investimento per cui si è richiesto l'incentivo nell'ambito dei Bandi ISI e le tipologie di infortunio che sono presenti nella banca dati infortuni. L'esercizio è ben lontano dal limitarsi a un semplice abbinamento fra etichette adottate nelle varie basi dati. Le variabili che descrivono l'uno e l'altro sono molteplici e non permettono di individuare in prima analisi un collegamento diretto e univoco.

Le basi dati amministrative INAIL sono concepite e alimentate in funzione delle principali attività istituzionali dell'ente che includono la gestione delle pratiche assicurative (**banca dati aziende**), la gestione delle pratiche infortunistiche (**banca dati infortuni**) e la gestione dei Bandi ISI (**banca dati Bandi ISI**).

Si tratta di una mole di dati di monitoraggio impressionante, che però non viene creata per fini direttamente valutativi. Per utilizzare questa fonte a fini analitici e, più in particolare per la valutazione degli impatti, è dunque necessaria la riduzione della complessità dei dati a nostra disposizione, nonché la comprensione della loro adeguatezza ai fini dello studio.

Il problema qui evidenziato si riscontra frequentemente quando il valutatore deve lavorare su banche dati amministrative, nate con lo scopo di gestire le relative pratiche (le domande dei bandi e le pratiche di infortunio nel nostro caso), e che solo in via secondaria vengono utilizzate a scopi valutativi. Si apre così l'ampio dibattito sull'interoperabilità delle banche dati, che risulta un requisito per rendere le valutazioni delle politiche e l'*evidence-based policy making* più facile e meno costosi, ma anche più in generale per l'*e-government*.

Concretamente, dopo aver vagliato il contenuto informativo dei campi disponibili, occorre costruire delle procedure automatizzabili per l'attribuzione delle varie fattispecie alle categorie di interesse, secondo uno schema di lavoro che era già stato adottato a proposito dei Bandi ISI per la costruzione della tassonomia delle imprese. In base alla fase del processo raggiunta (Langastro *et al.*, 2023). Nel nostro caso, si tratta di isolare l'oggetto del nostro lavoro (una certa tipologia di infortuni) da altri dati disturbanti che potrebbero confondere e portare alla non leggibilità dell'impatto. Questa dovrebbe dunque aumentare se si riesce a realizzare delle valutazioni specifiche andando a collegare le singole tipologie di investimenti all'andamento infortunistico degli eventi attinenti al rischio che l'investimento stesso intendeva abbattere. Si tratta, cioè, di creare una linea logica che colleghi le **tipologie di investimento** ai **rischi** a cui vogliono rimediare. Queste informazioni sono reperibili sul data-base di monitoraggio dei Bandi ISI. La loro analisi congiunta porterà all'esclusione di alcune domande, perché alcuni investimenti non mirano a una specifica tipologia di infortuni (per esempio l'adozione di modelli di gestione del rischio), oppure mirano alla prevenzione delle malattie professionali. Dove questa connessione risulti possibile, occorre poi ulteriormente procedere alla ricerca delle corrispondenze con le tipologie degli **infortuni** che siano connessi a tale rischio. Questo implica applicare il lavoro di ricerca delle corrispondenze al DB infortuni, con il supporto delle informazioni sull'impresa disponibili sul DB aziende¹.

¹ Il passaggio dal DB imprese non è fondamentale per la ricostruzione delle categorie, ma per la pro-

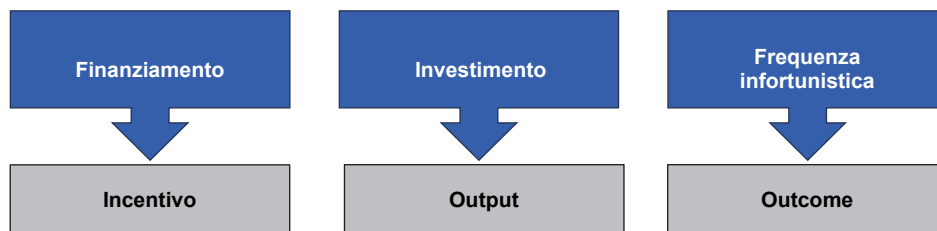
La ricostruzione della corrispondenza oggetto di questo capitolo non è facile perché parliamo di tre definizioni che hanno notevoli spazi di intersezione ma non sono coincidenti: il tipo di investimento (es.: acquisto di un macchinario con blocco automatico nel caso una persona entri nel suo raggio di azione), il rischio a cui si mira (rischio di ferita, taglio o contusione), e le tipologie di infortuni connesse a tale rischio (taglio su una mano). Le tre dimensioni sono rappresentate da descrittori (essi stessi non univoci) che non coincidono nelle varie banche dati, in particolare in quella relativa ai Bandi ISI e in quella relativa agli infortuni.

Nella parte restante del capitolo partiremo dunque dalla descrizione della classificazione delle tipologie di investimento, selezionando fra le varie tipologie identificabili, quelle miranti a ridurre il rischio di infortunio (par. 2). In seguito, è stato necessario stabilire la definizione di incidente (par. 3) e le variabili che lo qualificano (parr. 4 e 5). Il punto di arrivo è il lavoro sulle corrispondenze fra le due tassonomie (par. 6), in modo da poter identificare le casistiche in cui la ricostruzione del nesso causale all'interno delle banche dati sia inequivocabile, e la procedura per la selezione degli investimenti e degli infortuni sia automatizzabile.

3. La tipologia Intervento

Il punto di partenza del nostro percorso logico è rappresentato dalla tipologia di investimenti, in quanto la finalità dell'analisi è valutativa. Per l'analisi valutativa il finanziamento è l'incentivo, cioè lo strumento di *policy*, la realizzazione dell'investimento è l'output della politica, di cui si vuole valutare l'efficacia in termini di *outcome* (rappresentato dall'andamento infortunistico)². Identificare la tipologia di investimenti significa delimitare l'oggetto dell'incentivo e il suo *output*, e ciò è necessario per identificare correttamente la variabile di *outcome*.

Figura 1. – Incentivo, output e outcome nel dispositivo dei Bandi ISI



cedura di estrazione del *data-set* da utilizzarsi per l'esercizio di valutazione. Va infatti ricordato che il *data-base* infortuni, registra solo gli infortuni, non la relativa frequenza. Per questo motivo sul database infortuni, le imprese che non hanno infortuni non compaiono. Occorre dunque aggiungere i relativi record (che saranno dei record caratterizzati da un numero di infortuni sempre pari a zero), a meno di non restringere l'analisi alle sole imprese che hanno avuto infortuni. Quest'ultima opzione, per quanto semplificante, non pare pienamente corretta dal punto di vista della valutazione di impatto.

² Sulla teoria del cambiamento e sulla ricostruzione dei nessi causali nei Bandi ISI si veda Marrocco *et al.*, 2023, e Ragazzi e Sella, 2023.

Questo paragrafo mostra la procedura da seguire per identificare nel DB Bandi ISI tipologie di intervento che possano configurarsi come investimenti miranti alla riduzione del rischio infortunistico.

Il DB Bandi ISI a nostra disposizione descrive i progetti di investimento realizzati con gli incentivi ISI attraverso i seguenti campi: **tipologia progetto, tipologia intervento, intervento tecnico ed efficacia**.

Il campo **tipologia progetto** comprende informazioni molto generali, corrispondenti a interi assi o misure, utili solo per escludere rapidamente interi gruppi di record. Tra questi escluderemo, in quanto riferiti sicuramente alla prevenzione di malattie professionali, i record relativi alla “Bonifica da materiali contenenti amianto”. Inoltre, escluderemo i record relativi a “Adozione di modelli organizzativi e di responsabilità sociale”, “Formazione”, “Sostituzione/adeguamento di attrezzature di lavoro messe in servizio anteriormente al 21 settembre 1996”, in quanto la loro finalità di prevenzione è generica e non può quindi essere identificata una specifica categoria di infortuni collegata all’investimento. Infine, escluderemo la categoria “Progetto da indicare”, per evidente mancanza delle informazioni necessarie per il lavoro di attribuzione. Va però segnalato che l’esclusione di tale categoria non è molto rilevante a fini valutativi, in quanto si tratta esclusivamente di record relativi a imprese che non sono risultate eleggibili nella fase di autocandidatura e che non hanno quindi partecipato al *click-day* né, a maggior ragione, hanno ricevuto finanziamenti. I risultati di questa prima fase di esclusione sono sintetizzati nella Tabella 1.

Tabella 1. – Esiti dell’analisi del campo “Tipologia progetto”

Tipologia progetto	Esito	Motivo
Adozione di modelli organizzativi e di responsabilità sociale	Escluso	Prevenzione generica, non mirante a tipologie di infortuni specifiche
Formazione		
Sostituzione/adeguamento di attrezzature di lavoro messe in servizio anteriormente al 21 settembre 1996		
Progetto da indicare		Informazione incompleta
Bonifica da materiali contenenti amianto		Prevenzione di malattie professionali e non di infortuni
ASSE 1 Riservato ai giovani agricoltori (art.3 dell’Avviso pubblico)	Mantenuto	Con ulteriori informazioni potrebbe essere possibile identificare un sottoinsieme di interventi miranti a prevenire specifiche tipologie di infortuni
ASSE 2 Per la generalità delle imprese agricole (art. 3 Avviso pubblico)		
Agricoltura (Asse 5.1)		
Agricoltura (Asse 5.2) Giovani agricoltori		
Imprese operanti in specifici settori di attività – Bando 2016 – Ristorazione		
Imprese operanti in specifici settori di attività – Bando 2017 – Legno e Ceramica		
Imprese operanti in specifici settori di attività – Bando 2018 – Pesca e Tessile		
Investimento		
Movimentazione manuale dei carichi (MMC)		

Fonte: Nostre rielaborazioni dalla banca dati ISI.

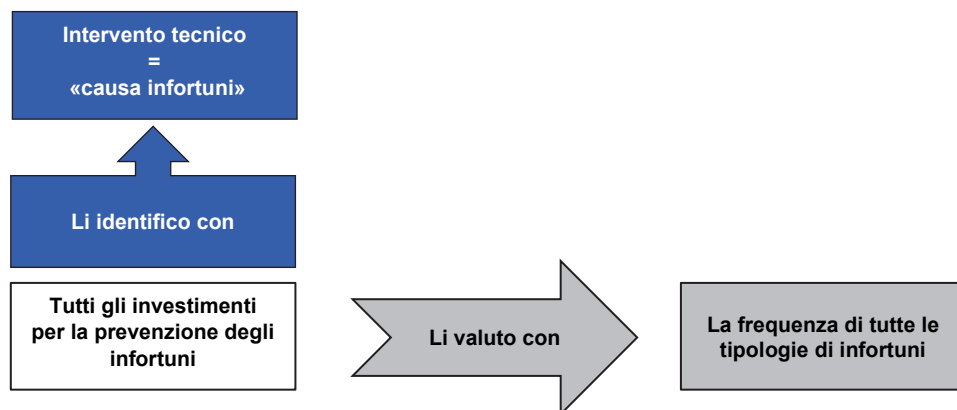
Proseguendo nella selezione delle tipologie di investimento, la tassonomia rilevante diventa quella presente nel campo “**intervento tecnico**”. La maggior parte delle categorie³ sono rappresentate da descrittori differenti ma corrispondenti agli item presenti in “tipologia progetto”. Vengono però introdotte delle categorie più dettagliate relativamente agli investimenti in campo agricolo, poco rilevanti per le nostre finalità. Infine, vi sono due categorie particolarmente rilevanti per la nostra analisi:

- **Causa infortuni**; riguarda investimenti miranti alla prevenzione degli infortuni, cioè esattamente l’oggetto di questo capitolo.
- **Fattori di rischio**; contiene una serie di investimenti che mirano o alla prevenzione delle malattie professionali, oppure a rischi eterogenei che possono portare a multiple patologie professionali e infortuni (per esempio il rischio chimico).

La selezione della categoria “Causa infortuni” porterà quindi all’identificazione di tipologie di intervento coerenti con le finalità di questo capitolo.

Questo livello di affinamento può essere sufficiente se si decide di adottare un disegno valutativo in cui l’oggetto della valutazione sia rappresentato da tutti gli investimenti miranti alla prevenzione degli infortuni la cui variabile di *outcome* sarà rappresentata da tutti gli infortuni, senza ulteriori distinzioni.

Figura 2. – Valutazione generale degli investimenti per la prevenzione degli infortuni



Occorre invece proseguire nel lavoro di identificazione, se si vuole suddividere gli investimenti di prevenzione degli infortuni sulla base di categorie omogenee. A questo scopo è possibile utilizzare gli ultimi due campi disponibili, ossia “efficacia” e “tipologia intervento”. Il campo “**efficacia**”⁴ contiene dei descrittori del progetto inutili, se non

³ La lista completa delle etichette comprende: Acquisto di macchine agricole o forestali con vari parametri; Amianto; Causa infortuni; Fattori di rischio; SGSL; Sostituzione/adeguamento attrezzature.

⁴ La lista completa delle categorie disponibili è: adozione di un “ciclo chiuso” nel processo produttivo; completa automazione di un processo produttivo precedentemente svolto manualmente dai lavoratori; protezione collettiva; eliminazione di una sostanza cancerogena e/o mutagena; eliminazione rischio; prevenzione; altre misure di eliminazione / riduzione / prevenzione del rischio.

come informazione integrativa e di verifica⁵, per distinguere fra tipologie di infortuni.

Il campo “**tipologia intervento**” include una lunga e dettagliata lista di fattispecie (che non riportiamo per intero per ragioni di sintesi) e che può essere utilizzata per creare sottogruppi di investimenti miranti a categorie omogenee di infortuni. Il composito elenco delle modalità include numerose tipologie di interventi miranti a ridurre il rischio di infortuni, un elenco che tuttavia necessita di un ulteriore lavoro di classificazione in macrocategorie. Queste ultime vanno individuate sulla base dell’obiettivo finale di correlarle in modo chiaro a una tipologia di infortuni. Le tipologie seguenti derivano da un’aggregazione di rischi potenzialmente affini:

1. Ambienti confinati.
2. Contatto con animali (morso, calcio, puntura, ecc.).
3. Caduta di oggetti dall’alto.
4. Caduta in piano – scivolamento.
5. Caduta del lavoratore dall’alto.
6. Elettrocuzione o ustione.
7. Prevenzione di rischi che portano a ferita, taglio, contusione.
8. Rischio chimico.
9. Rischio incendio.
10. Sovraccarico biomeccanico.

Da questa lista iniziale sono stati immediatamente esclusi certi rischi (es.: rischio emergenze, rischio sismico) in quanto troppo generici. Si noti che la lista iniziale non ha pretesa di esaustività ma ha piuttosto una finalità esplorativa, mirante a verificare la fattibilità del processo epistemologico di creazione delle corrispondenze.

A partire da tale lista iniziale, si è scelto di iniziare eliminando alcune categorie per le quali non fosse immaginabile un disegno di valutazione realistico; a titolo di esempio la tipologia 2. “Lesione Per Contatto Con Animali (Morso, Calcio, Puntura, ecc.)” è stata abbandonata perché non corrispondente a un insieme di record sufficiente a fornire un campione di analisi.

Il secondo passaggio della selezione ha riguardato l’abbandono di tutte quelle categorie in cui la catena causale fosse poco chiara e non distinta da altre possibili catene di conseguenze. Per esempio, un incendio può causare ustioni, ma anche intossicazione (che però può derivare anche da fuoriuscite di sostanze chimiche) o asfissia (che però è anche un rischio connesso agli ambienti confinati). In tale ottica sono stati abbandonati il rischio 3. caduta di oggetto dall’alto, il rischio chimico (8) e il rischio incendio (9).

La categoria più problematica in tal senso è quella dei lavori in ambienti confinati (1), considerata come degna di particolare attenzione per la gravità dei rischi connessi, ma con notevoli intersezioni con altri rischi. Secondo quanto proposto da INAIL, si definisce am-

⁵ Si è riscontrata la presenza di record non coerenti, sulla base delle classificazioni delle tipologie di investimento. Per esempio, casi in cui “causa infortuni” era associato a “eliminazione di sostanza cancerogena e mutagena”. Osservando con attenzione tali anomalie, si osserva che si tratta di imprese classificabili come “non ammissibili” o “non selezionate”, secondo la classificazione creata in Langastro *et al.*, (2023). Se ne conclude che le imprese possono fare errori di classificazione del loro progetto in fase di autocandidatura; tali errori sono corretti durante la prima verifica per le imprese selezionate, ma possono permanere errori fra le non selezionate, da cui si estraggono i campioni di controllo.

biente confinato “*lo spazio circoscritto non progettato e costruito per la presenza continuativa di un lavoratore, ma di dimensioni tali da consentirne l’ingresso e lo svolgimento del lavoro assegnato, caratterizzato da vie di ingresso o uscita limitate e/o difficoltose con possibile ventilazione sfavorevole, all’interno del quale è prevedibile la presenza o lo sviluppo di condizioni pericolose per la salute e la sicurezza dei lavoratori*”⁶. I fattori di rischio relativo all’ambiente confinato sono individuati nell’asfissia, nelle condizioni microclimatiche sfavorevoli, nell’esplosione/incendio, nell’intossicazione, nella caduta, nell’elettrocuzione, nel contatto con oggetti in movimento e nell’investimento/schiacciamento. Il lavoro in ambienti confinati risulta quindi connesso a molti possibili esiti infausti, a loro volta oggetto anche di altre tipologie di investimenti per la prevenzione.

In conclusione, dopo questo processo di esclusioni successive, nel seguito del capitolo ci concentreremo sulla lista di tipi di investimenti per la prevenzione degli infortuni, presentata in Tabella 2. La tabella riporta le tipologie di intervento utilizzate nella banca dati dei Bandi ISI e che afferiscono ad ogni categoria. **Le tipologie di investimenti sono aggregate in categorie sulla base del tipo di infortuni che mirano a prevenire, favorendo in questo modo l’attività delle successive fasi di identificazione.** Tutte le tipologie di intervento si riferiscono a record in cui la Tipologia progetto è “investimento” e in cui Intervento tecnico è “causa infortuni”.

Tabella 2. – Tipologie di investimenti contro gli infortuni

Categoria	Tipologie intervento
Caduta e scivolamento	<ul style="list-style-type: none"> • Caduta in piano (scivolamento, inciampo) • Riduzione del rischio di caduta
Caduta del lavoratore dall’alto	<ul style="list-style-type: none"> • Acquisto di macchine per la riduzione del rischio di caduta nei lavori in quota • Acquisto e installazione permanente di sistemi di ancoraggio destinati e progettati per ospitare uno o più lavoratori collegati contemporaneamente e per agganciare i componenti di sistemi anticaduta anche quando questi ultimi sono progettati per l’uso in trattenuta • Caduta del lavoratore dall’alto (impalcatura, scala, sedia, ...) • Riduzione del rischio di caduta dall’alto • Riduzione del rischio legato alla caduta dall’alto nei lavori in quota mediante acquisto e installazione permanente di ancoraggi destinati e progettati per ospitare uno o più lavoratori collegati contemporaneamente e per agganciare i componenti di sistemi anti caduta
Elettrocuzione o ustione	<ul style="list-style-type: none"> • Elettrocuzione o ustione • Riduzione del rischio di infortunio da elettrocuzione • Riduzione del rischio di infortunio da ustione da contatto con elementi e/o prodotti ad alte temperature
Ferita, taglio, contusione	<ul style="list-style-type: none"> • Ferita o taglio con oggetti appuntiti o taglienti • Ferita per contatto con materiale duro o abrasivo • Incastramento, schiacciamento in genere (escluso da grave dall’alto) • Urto o collisione con oggetto in movimento, inclusi i veicoli • Schiacciamento o incastramento sotto qualcosa • Strappo o asportazione di parte del corpo • Riduzione del rischio di infortunio da ferita o taglio • Riduzione del rischio di taglio e/o cesoiamento dovuto agli organi di lavorazione delle attrezzature di lavoro
Sovraccarico biomeccanico	<ul style="list-style-type: none"> • Sforzo fisico a carico del sistema muscolo-scheletrico

Fonte: Nostre rielaborazioni dalla banca dati ISI.

⁶ <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-ambienti-confinati-aspetti-legislativi-caratteriz.pdf>.

4. Definizione di infortunio: INAIL e Metodologia ESAW

Prima di procedere con l'analisi della BD degli Infortuni, è opportuno precisare cosa s'intenda per infortunio e quali siano i descrittori a disposizione per registrarli nei campi della base dati.

Secondo l'INAIL, l'infortunio sul lavoro si verifica quando c'è **un incidente scatenante improvviso e violento che ha come conseguenza l'inabilità al lavoro per più di tre giorni o in maniera permanente, fino alla morte**. L'incidente può essere provocato dagli elementi dell'apparato produttivo, da situazioni e fattori legati al lavoratore o da situazioni genericamente legate all'attività lavorativa. È opportuno riprendere le stesse parole di INAIL⁷ per comprendere meglio l'espressione "causa violenta in occasione di lavoro", espressione che ben ne identifica la definizione. Per "causa violenta" s'intende "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", più complessa la definizione di "occasione di lavoro" perché comprende il posto di lavoro, l'orario di lavoro, ma anche il tragitto casa-lavoro e ritorno: "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" (*ibidem*).

Venendo al contesto europeo, a partire dal 1990 la Commissione Europea ha avviato, attraverso l'Eurostat e la Direzione Generale per l'Occupazione e gli Affari Sociali e con la partecipazione di una *task force* di esperti degli Stati Membri, un progetto di armonizzazione delle statistiche europee degli infortuni sul lavoro denominato European Statistics on Accidents at Work (ESAW) "allo scopo di elaborare una metodologia per la raccolta di dati comparabili nell'Unione europea" (Eurostat, 2001, p. 4). A tale scopo il punto di partenza è la necessità di fornire una definizione univoca di incidente sul lavoro che è stata individuata in **un evento che accade nel corso dell'attività lavorativa e che provoca danni fisici o mentali**. Sono considerati infortuni sul lavoro non solo quelli che avvengono nei locali dove si svolge l'attività professionale, ma anche quelli che avvengono durante le pause regolari, a bordo di mezzi pubblici o privati in occasioni lavorative e, in generale, nelle aree di arrivo o partenza durante un **viaggio di lavoro**. Sono invece esclusi dalla metodologia ESAW gli incidenti autoinflitti o puramente privati, gli incidenti subiti da terzi che avvengono sul luogo di lavoro, ad esempio gli incidenti che possono accadere nell'asilo aziendale, e gli incidenti per problemi medici del dipendente. Relativamente a quest'ultima categoria, lo stesso working paper propone una necessaria precisazione: "se un muratore si sente svenire (causa medica) e cade da un'impalcatura (elemento causale legato al lavoro), l'infortunio accidentale deve essere incluso nella metodologia ESAW. Anche se la caduta non sarebbe avvenuta se non si fosse sentito svenire, la lesione subita è stata aggravata dal fatto che è caduto da un'impalcatura ad alta quota nel corso del suo normale lavoro" (Eurostat, 2013, p. 6). Infine, occorre precisare che si definisce come incidente sul lavoro quello che comporta un'assenza sul lavoro superiore ai tre giorni, coerentemente con la definizione adottata da INAIL.

⁷ <https://www.inail.it/cs/internet/attivita/prestazioni/infortunio-sul-lavoro.html>.

5. Caratterizzazione dell'infortunio secondo la metodologia ESAW

Il progetto ESAW ha introdotto una metodologia per raccogliere in modo armonizzato le informazioni sugli infortuni, in modo da poter produrre informazioni comparabili a livello europeo.

La *task force* ha organizzato il lavoro di individuazione delle variabili in tre fasi distinte: nella Fase I e II sono state individuate quelle consentono di sapere dove e quando è accaduto l'incidente e a chi è capitato; nella Fase III si è completato il quadro, fornendo informazioni su modalità e circostanze in cui si è verificato l'incidente. Le variabili delle prima due fasi sono state facilmente individuabili, con l'opportuna precisazione che per rendere comparabili a livello europeo l'occupazione e lo status occupazione della vittima al momento dell'incidente si è scelto di utilizzare rispettivamente la Classificazione Internazionale Standard delle Professioni (ISCO) e definizioni utilizzate nell'Indagine sulle Forze di Lavoro Forze di lavoro (LFS), basate su ISCE-93. Le informazioni ritenute necessarie per poter avere un quadro completo e comparabile relativamente all'infortunio sul lavoro sono presentate nella Tabella 3.

Tabella 3. – Rilevare un infortunio sul lavoro secondo la metodologia ESAW

Informazioni	Caratteristiche da rilevare	Cosa rilevare nello specifico
Informazioni sul contesto , per identificare dove si è verificato l'incidente, chi è rimasto ferito e quando	Caratteristiche dell'infortunato, dell'impresa e del luogo di lavoro	<ul style="list-style-type: none"> • attività economica del datore di lavoro • occupazione della vittima • status occupazionale della vittima • sesso della vittima • età della vittima • nazionalità della vittima • ubicazione dell'unità locale dell'impresa • dimensioni dell'unità locale dell'impresa • data e ora dell'infortunio • ambiente di lavoro • postazione di lavoro • processo lavorativo
Informazioni che dimostrino come si è verificato l'incidente, in quali circostanze e come si sono verificate le lesioni	Caratteristiche dell'incidente	<ul style="list-style-type: none"> • attività fisica specifica al momento dell'infortunio • in che modo l'incidente si è discostato dalla prassi normale, • modo preciso in cui si è verificato l'infortunio • dettagli di eventuali agenti materiali associati
Informazioni sulla natura e sulla gravità delle lesioni e le conseguenze dell'incidente	Caratteristiche delle lesioni	<ul style="list-style-type: none"> • parte del corpo lesa • tipo di lesione • numero di giorni persi

Fonte: Nostre rielaborazioni da Eurostat, 2013, p. 15.

Le variabili della Fase III sono quelle più interessanti per il presente lavoro, non solo perché sono frutto di uno specifico progetto europeo coordinato da Eurogrip (Francia) che ha visto coinvolti Istituti danesi, tedeschi, francesi e l'italiana INAIL (Eurostat, 2001, p. 4), ma soprattutto perché *“forniscono informazioni aggiuntive per*

identificare dove e soprattutto come si verificano gli incidenti, al fine di formulare una politica di prevenzione.” (Eurostat, 2013, p. 12). Questo gruppo di variabili, infatti, comprende tre sequenze che permettono di avere un quadro completo dell'incidente:

- le **circostanze precedenti** all'infortunio, descritte attraverso quattro variabili: “posizione di lavoro”, “ambienti di lavoro”, “processo lavorativo” e “attività fisica specifica”;
- la **deviazione** che descrive come le circostanze dell'infortunio si siano discostate dalla prassi;
- il **contatto**, che descrive il modo in cui la vittima è stata ferita dall'agente materiale, causa della lesione.

Occorre precisare che in caso di più modalità di lesione, la metodologia ESAW suggerisce di registrare quello che ha causato la lesione più grave e in caso di assenza di agente materiale – ad esempio uno scontro accidentale tra commesso e cliente – di non registrare nulla. Per “agente materiale”, infine, si possono intendere:

- l'oggetto effettivamente usato nel momento dell'incidente, ovvero l'agente materiale dell'attività fisica specifica;
- l'oggetto coinvolto nell'incidente anomalo, ovvero l'agente materiale associato alla deviazione;
- l'oggetto con cui la vittima dell'incidente è entrata in contatto ovvero la modalità psicologica della lesione, ovvero l'agente materiale associato al contatto.

6. Costruire classi di infortuni con i campi disponibili che ne descrivono la natura

Nella banca dati infortuni esistono molti campi che descrivono l'incidente, che includono le variabili ESAW, armonizzate a livello europeo, e variabili utilizzate da INAIL per scopi interni. Il primo passo è quello di circoscrivere la natura dell'infortunio, cosa possibile attraverso tre descrittori: la variabile *Natura*, che corrisponde alla tipologia di infortuni di INAIL; la variabile *Codice Nosologico*, sempre di INAIL, che riporta la corrispondenza con il nomenclatore nosologico necessario per INAIL ai fini assicurativi; infine, la variabile *Natura ESAW*, che riporta al tipo di lesione proposto nella Tabella 3. La Tabella 4 propone un confronto diretto fra le due variabili direttamente collegabili, ovvero *Natura* di INAIL e *Natura ESAW*, mostrandone la difficile comparabilità. Per ragioni di spazio, non è possibile qui riportare le altre variabili disponibili, tra cui il “codice nosologico”, descrizione che sarebbe comunque poco attinente, giacché la nostra domanda non era relativa all'eziologia degli infortuni.

Tabella 4. – Le variabili “Natura” per la descrizione degli infortuni

Natura	Natura ESAW	
Ferita	Lesioni superficiali	
	Ferite aperte	
Corpi estranei	Altri tipi di ferite e di lesioni superficiali	
Frattura	Fratture chiuse	
	Fratture esposte	
	Altri tipi di fratture ossee	
Lussazione, distorsione	Lussazioni e sublussazioni	
Lesioni da sforzo	Distorsioni e stiramenti	
Contusione	Altri tipi di lussazioni, distorsioni e stiramenti	
Perdita anatomica	Amputazione traumatiche (perdita di parti del corpo)	
	Sindrome commotiva	
	Lesioni interne	
Lesioni da altri agenti	Altri tipi di sindrome commotiva e di lesioni interne	
	Ustioni e scottature (termiche)	
	Ustioni chimiche (corrosioni)	
	Congelamenti	
	Altri tipi di ustioni, scottature e congelamenti	
	Congelamenti acuti	
	Infezioni acute	
	Lesioni da infezioni parassiti	Altri tipi di avvelenamenti e di infezioni
		Asfissia
		Annegamenti e sommersioni non mortali
Altri tipi di annegamento e di asfissia		
Perdita acuta dell’udito		
Effetti della pressione (barotrauma)		
Altri effetti di suoni, vibrazioni e pressione		
Calore e colpi di sole		
Effetti di radiazioni (non termiche)		
Effetti delle basse temperature		
Altri effetti di condizioni di temperatura estreme, della luce e delle radiazioni		
Shock dopo aggressione e minacce		
Shock traumatici		
Altri tipi di shock		
Lesioni multiple		
Ancora da determinare	Altre lesioni specificate non incluse in altre voci	

Si può osservare che i descrittori inclusi in “Natura ESAW” sono molto più numerosi e dettagliati rispetto a quelli inclusi in “Natura”. Inoltre, risentono dell’allargamento del concetto di salute, che include anche danni di tipo psicologico. La differente tassonomia si riflette anche nelle statistiche descrittive presentate in Tabella 5 e Tabella 6 e calcolato sull’intero intervallo a nostra disposizione (2010-2019). Ovviamente in entrambe le tassonomie vi sono categorie con alta frequenza e infortuni meno frequenti. Ma nel caso del campo “Natura ESAW” sono presenti categorie molto particolari e con peso statistico estremamente ridotto.

Tabella 5. – Distribuzione delle modalità di Natura INAIL – valori assoluti

Natura	N.
Ferita	934.514
Contusione	1.817.848
Lussazione, distorsione	1.829.676
Frattura	905.901
Perdita anatomica	24.237
Lesioni da infezioni parassiti	11.819
Lesioni da altri agenti	121.667
Corpi estranei	113.939
Lesioni da sforzo	103.057

Tabella 6. – Distribuzione delle modalità di Natura ESAW – valori assoluti

Natura ESAW	N.
Lesioni superficiali	1.823.976
Ferite aperte	617.199
Altri tipi di ferite e di lesioni superficiali	252.208
Fratture chiuse	847.180
Fratture esposte	10.873
Altri tipi di fratture ossee	35.279
Lussazioni e sublussazioni	61.987
Distorsioni e stiramenti	1.731.915
Altri tipi di lussazioni, distorsioni e stiramenti	29.422
Amputazione traumatiche (perdita di parti del corpo)	23.321
Sindrome commotiva	20.607
Lesioni interne	36.884
Altri tipi di sindrome commotiva e di lesioni interne	5.208
Ustioni e scottature (termiche)	55.556
Ustioni chimiche (corrosioni)	21.959
Congelamenti	136
Altri tipi di ustioni, scottature e congelamenti	1.216
Congelamenti acuti	478
Infezioni acute	4.615
Altri tipi di avvelenamenti e di infezioni	1.920
Asfissia	37
Annegamenti e sommersioni non mortali	3
Altri tipi di annegamento e di asfissia	578
Perdita acuta dell'udito	572
Effetti della pressione (barotrauma)	750
Altri effetti di suoni, vibrazioni e pressione	572
Calore e colpi di sole	494
Effetti di radiazioni (non termiche)	1.377
Effetti delle basse temperature	114
Altri effetti di condizioni di temperatura estreme, della luce e delle radiazioni	271
Shock dopo aggressione e minacce	9.164
Shock traumatici	2.243
Altri tipi di shock	3.655
Lesioni multiple	23.972
Altre lesioni specificate non incluse in altre voci	89.016

Fonte: Nostre elaborazioni su dati INAIL.

7. Dalla tipologia degli infortuni alla tipologia di investimenti

Per osservare la corrispondenza tra le due tassonomie (tipologie investimenti e tipologie infortuni), il primo compito da svolgere è quello di individuare le variabili – e in alcuni casi le categorie di queste variabili – applicabili. È stato un processo deduttivo realizzato all'interno del gruppo di lavoro, stante anche le informazioni definitorie del precedente paragrafo. La Tabella 7 riporta i campi individuati come pertinenti per ciascun infortunio.

Tabella 7. – Campi rilevanti per identificare gli infortuni rilevanti per tipologia di investimento

Infortunio	Variabili
Caduta e scivolamento	Agente Attività, Deviazione
Caduta del lavoratore dall'alto	Agente Attività, Deviazione, Attività fisica, Tipo Luogo
Elettrocuzione o ustione	Natura ESAW, Deviazione, Agente Attività
Ferita, taglio, contusione	Natura, Natura ESAW, Attività Fisica, Contatto, Agente Attività
Sovraccarico biomeccanico	Natura, Tipo Lavoro, Attività Fisica, Agente Attività

Per realizzare la corrispondenza, dal punto di vista metodologico, si è proceduto innanzitutto a identificare le variabili che meglio descrivono gli infortuni connessi a ogni gruppo di investimenti in Natura e Natura ESAW; si è in seguito proceduto a un rapido controllo sulle numerosità statistiche delle categorie identificate. Poiché tutti i gruppi di investimenti mirano a ridurre il rischio di infortuni molto frequenti in Italia, con particolare riferimento ai sistemi produttivi regionali. Eventuali categorie con numerosità molto basse vanno scartate. I ragionamenti dettagliati seguiti per ogni categoria sono riportati in appendice.

Questo lavoro sui campi disponibili nelle varie basi dati ha permesso dunque di individuare i descrittori degli infortuni da noi analizzati in associazione agli investimenti in prevenzione. La Tabella 8 riporta le [indicazioni per estrarre con procedure automatizzate gli infortuni associati al rischio preso in carico dai vari tipi di investimento](#). La tabella riporta anche indicazioni in merito alla qualità della coincidenza tra investimenti e infortuni. Il livello di qualità assegnato è un giudizio qualitativo personale del gruppo di lavoro ed è collegato alla maggiore o minore copertura di tutte le casistiche collegate all'investimento in prevenzione.

Tabella 8. – Corrispondenza investimenti – infortuni

Categorie di investimenti per la prevenzione degli infortuni	Variabili per identificare gli infortuni correlati	Note
Caduta	N58d_Deviazione = 34 Scivolamento, caduta, crollo di agente materiale posto al di sotto (che trascina la vittima) OR 50 Scivolamento o inciampamento – con caduta di persona – non precisato OR 52 Scivolamento o inciampamento – con caduta di persona – allo stesso livello OR 59 Altra deviazione nota del gruppo 50 non indicata sopra	Coincidenza discreta (sospetto di non completa copertura delle casistiche)
Caduta dall'alto	N58d_Deviazione = 51 Caduta di persona dall'alto	Ottima coincidenza
Elettrocuzione o ustione	N51_Natura ESAW = 61 Ustioni e scottature (termiche) OR N58d_Deviazione = 12 Problema elettrico – contatto diretto	Coincidenza scarsa (Categoria di rischi con numerose sovrapposizioni con il rischio incendi ed elettrico)
Ferita, taglio, contusione	N51_Natura = 1 Ferita OR 2 Contusione AND D56_attivitàfisica = 20 Lavoro con utensili a mano – non precisato OR 21 Lavorare con utensili a mano manuali OR 22 Lavorare con utensili a mano motorizzati OR 29 Altra attività fisica specifica conosciuta del gruppo 20 non indicata qui sopra.	Coincidenza scarsa (Categoria di rischi molto eterogenea e difficile da coprire interamente)
Sovraccarico bio-meccanico	N51_Natura = 9 Lesioni da sforzo	Buona coincidenza (difficile separazione degli effetti in termini di infortuni e in termini di malattie professionali)

8. Conclusioni

L'impatto degli investimenti per la prevenzione degli infortuni si misura quantitativamente attraverso variabili aleatorie che possono portare a una sua difficile osservabilità. Una possibile soluzione è rappresentata dall'adozione di disegni valutativi molto specifici, che isolino interventi circoscritti in cui la leggibilità del nesso causale non sia affetta da fattori di confondimento o da *bias* di misurazione. Per poterli realizzare occorre però poter ricostruire, anche nelle fonti dei dati, la relazione esistente a livello di teoria dell'intervento. Si tratta di identificare con chiarezza quali tipologie di infortuni dovrebbero diminuire grazie all'azione preventiva dell'investimento; occorre inoltre identificare il nesso in modo che l'estrazione di in-

vestimenti e infortuni ad essi collegati sia “automatizzabile” attraverso i normali software di *data-analysis*.

Questo capitolo mostra il lavoro fatto (favorendone la replicabilità, fondamentale nell’approccio scientifico) per costruire tale corrispondenza su alcune categorie di investimenti. L’applicazione della classificazione e delle relazioni identificate, permetterà di realizzare in via sperimentale dei disegni di valutazione basati sull’isolamento del nesso causale. Il capitolo che segue sarà dedicato all’applicazione esplorativa di un disegno di valutazione su una di queste categorie.

Emergono però già delle considerazioni, eredità del lavoro epistemologico realizzato, che possono essere importanti per la definizione di futuri disegni di valutazione.

1. **Il numero di disegni di valutazione realizzabili è contenuto.** La lista di casi di studio in cui sia possibile valutare l’impatto di investimenti miranti al contenimento di specifici infortuni è alquanto limitata. Vi sono casistiche che, per quanto concepibili in astratto, non possono trovare applicazione pratica date le informazioni disponibili nelle banche dati. Queste ultime sono nate per esigenze diverse dall’analisi (vedi la riflessione contenuta nel Capitolo 12), e risentono dell’opera di armonizzazione apportata a livello europeo, che introduce ulteriori limitazioni.
2. **Senza un investimento per interoperabilità delle banche dati, resta difficile giungere alla certezza sulla corretta ricostruzione delle relazioni.** Malgrado il lungo lavoro di analisi dei contenuti sulle banche dati, di cui questo capitolo ha dato atto, il nostro gruppo non si sente di escludere che la leggibilità dell’impatto sia offuscata da problemi di misurazione connessi alla non perfetta coincidenza delle definizioni. È possibile pensare per il futuro che, prendendo in carico la finalità valutativa fin dal loro disegno, gli incentivi vengano disegnati con riferimento esplicito a una lista di categorie di infortuni presenti nella BD infortuni. Più difficile è immaginare che si possa arrivare in tempi brevi a una ristrutturazione dei dati sugli infortuni, che già hanno subito l’opera armonizzazione su spinta europea.
3. **Per le casistiche identificate è possibile definire delle procedure di estrazione dei record** che permetta l’applicazione della valutazione di impatto. Per le altre casistiche (ma anche per le casistiche in cui la corrispondenza si riveli non adeguata alla prova dei fatti), non resta che cambiare completamente paradigma, adottando approcci di analisi del linguaggio naturale sui campi a testo libero.
4. **Questa strategia di valutazione implica una forte riduzione della dimensione dei campioni** (nello specifico di imprese trattate e di imprese non trattate, ma anche di numero di infortuni osservabili).

9. Riferimenti bibliografici

- Eurostat (2001). *European statistics on accidents at work (ESAW)* – Methodology 2001 edition, Employment and Social Affairs.
- Eurostat (2013). *European Statistics on Accidents at Works (ESAW)* – Summary Methodology. *Eurostat Methodologies and Working Papers*.
- INAIL (2020). *Ambienti confinati e/o sospetti di inquinamento e assimilabili. Aspetti legislativi e caratterizzazione. Fact sheet INAIL* <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-ambienti-confinati-aspetti-legislativi-caratteriz.pdf>.
- Marrocco, A., D'Amore, G., Colagiaco, C. & Castaldo, A. (2023). I Bandi ISI alla prova della teoria del cambiamento. In Castaldo A., Ragazzi E. & Sella L., *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?* Giappichelli, Torino.
- Ragazzi, E. & Sella, L. (2023). Analisi delle policy, variabili e indicatori del problema valutativo. In Castaldo A., Ragazzi E. & Sella L., *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?* Giappichelli, Torino.

10. Appendice: processo seguito per l'identificazione degli infortuni da associare alle tipologie di investimenti

Il primo infortunio preso in considerazione è stato il *sovraccarico biomeccanico*. La Natura della classificazione INAIL propone la categoria “Lesioni da sforzo”, mentre non vi sono descrittori specifici nella classificazione ESAW. La buona corrispondenza fra tipologia di rischio e tipologia di infortunio sembra escludere la necessità di ricorrere ad altri campi.

Per l'infortunio denominato *elettrocuzione o ustione*, la variabile Natura ESAW propone due categorie: “Ustioni e scottature (termiche)” e “Altri tipi di ustioni, scottature e congelamenti”, categoria che però era da considerare spuria per la presenza dell'elemento congelamento. La verifica sulle numerosità, osservandole nella distribuzione per le annualità, ha confermato questa scelta poiché la categoria “Altri tipi di ustioni, scottature e congelamenti” ha numerosità contenuta e pertanto si può considerare la categoria “Ustioni e scottature (termiche)” come quella da considerare per avere statistiche relative a questo tipo di infortunio, per consistenza quantitativa e chiarezza di nesso causale. Per essere certi che venissero inclusi anche casi specifici per l'elettrocuzione, si è deciso di inserire anche la variabile Deviazione e nello specifico la categoria Problema elettrico-contatto diretto.

Vista la peculiarità della *caduta dall'alto* rispetto al generico infortunio “caduta”, si è deciso di iniziare da questo, per il quale erano state individuate le categorie “In alto, su un piano fisso” (tetto, terrazza, ecc.) e “In alto, Palo, pilone, piattaforma sospesa” della variabile “Tipo Luogo” come descrittori buoni, ma non sufficienti a descrivere la complessità dell'infortunio. Si è quindi proceduto a produrre tabelle di contingenza nelle quali le due categorie della variabile fossero considerate come intervenienti nel rapporto fra la variabile dell'anno dell'infortunio e la categoria “Fissare a, appendere, alzare, installare – su un piano verticale” della variabile “Attività fisica” in un caso, e le categorie afferenti le costruzioni per la variabile “Agente attività”, senza tuttavia ottenere numerosità significativa. Si è proceduto quindi con la categoria “Caduta di persona dall'alto” della variabile “Deviazione” e si è osservata una buona distribuzione campionaria nelle annualità e un'ottima coincidenza.

Rispetto al precedente infortunio, per l'infortunio *caduta*, le variabili prese in considerazione sono state “Agente attività” e nello specifico le categorie afferenti al settore delle costruzioni e “Deviazione” per le categorie legate alla rottura, anche di materiale, e scivolamento. Come per la caduta dall'alto, l'agente attività non ha dato numerosità significativa, per cui si è proceduto con la tabella di contingenza che includesse oltre all'anno dell'infortunio anche la variabile deviazione se questa era sotto forma delle categorie afferenti allo scivolamento, anche di materiale, purché implicasse il trascinarsi del lavoratore e non lo schiacciamento dello stesso (caduta di materiale SUL lavoratore): sono state quindi considerate le categorie Scivolamento, caduta, crollo di agente materiale posto al di sotto (che trascina la vittima), Scivolamento o inciampamento – con caduta di persona – non precisato, Scivolamento o inciampamento – con caduta di persona – allo stesso livello e le altre deviazioni note del gruppo dello scivolamento non indicate fra le precedenti (e quelle da noi escluse).

Infine, diversamente dal precedente, l'infortunio denominato *ferita, taglio, contusione* sembra essere difficile da individuare per la sua eterogeneità (comprende due infortuni molto simili quali ferita e taglio) e per le fattispecie che può assumere se si guarda alle definizioni INAIL o alla Metodologia ESAW. L'analisi delle due corrispondenti variabili, proposta nella Tabella 9 ne mostra infatti la varietà di categorie che permettono di rendere più composito il quadro dell'infortunio classificato come “ferita, taglio e contusione”.

Tabella 9. – Confronto variabili per la tipologia “Ferita, taglio, contusione”

Natura	Natura ESAW
Ferita	Ferite aperte / altri tipi di ferite e di lesioni superficiali / Lesioni interne
Contusione	Lesioni superficiali / sindrome commotiva / lesioni interne / altri tipi di sindrome commotiva e di lesioni interne / lesioni multiple
Lussazione, distorsione	Lussazioni / sublussazioni / distorsione e stiramenti / altri tipi di lussazioni, distorsioni e stiramenti
Frattura	Lesioni multiple / fratture chiuse / fratture esposte / altri tipi di fratture ossee

Una prima analisi, ha portato innanzitutto a privilegiare Natura a Natura ESAW e nello specifico le categorie Ferita e Contusione, escludendo dunque Lussazione, distorsione e Frattura perché non propriamente pertinenti.

Neanche la variabile Agente attività, con le sue molteplici categorie appartenenti ai diversi strumenti che tagliano, è sembrata dirimente perché permetteva di descrivere solo parte del tipo di infortunio, escludendo la contusione. La variabile Contatto addirittura descriveva esclusivamente l'infortunio etichettabile come “ferita”. Pertanto, per esclusione, si è deciso di utilizzare la variabile Attività fisica e per opportunità la variabile Natura, per la variabile legata alla classificazione INAIL. La tabella di contingenza così costruita ha permesso di stabilire che le seguenti categorie della Attività fisica, se aggregate, possono descrivere questo tipo di infortunio: Lavoro con utensili a mano – non precisato, Lavorare con utensili a mano manuali, Lavorare con utensili a mano motorizzati e Altra attività fisica specifica legate a questo specifico gruppo di attività fisiche.

Capitolo 5

Valutare l'efficacia degli investimenti contro il rischio infortuni: gli esiti di una valutazione esplorativa

Elena Ragazzi, Lisa Sella

1. Puntare sulla specificità, è possibile?

Predisporre un disegno di valutazione in cui si osservi l'effetto di un investimento sull'incidenza infortunistica relativa ai soli incidenti che esso mira a prevenire sembra a priori la strada più naturale e promettente. **A fronte di un impatto in cui la variabile di *outcome* è rappresentata da una variabile aleatoria con bassa frequenza, concentrarsi su casi in cui la teoria del cambiamento sia chiara e non affetta da fattori di confondimento, dovrebbe permettere una più chiara leggibilità degli effetti.**

La possibilità di implementare questa tipologia di approccio è però messa in crisi da alcuni elementi:

- Non tutti gli incentivi identificano categorie di investimenti che mirano esplicitamente a un determinato rischio infortunistico.
- Alcuni investimenti mirano a rischi compositi, fonte di infortuni molto differenziati (es. rischio incendio e rischio elettrico), o anche di malattie professionali.
- Per poter realizzare una valutazione di tipo quantitativo, non basata su casi di studio dalla dubbia generalizzabilità, occorre avvalersi di dati amministrativi e che questi siano raccolti in banche dati interoperabili (cfr. Capitolo 12). Occorre, cioè, che la classificazione del tipo di investimenti sulla base del rischio sia collegabile alle casistiche disponibili per la classificazione degli infortuni. Il capitolo precedente è stato dedicato al processo di ricostruzione di questo legame e ha mostrato come non sempre l'operazione sia possibile.

Bisogna quindi essere innanzitutto coscienti che **questo tipo di disegno di valutazione**, lungi dall'essere la soluzione generale, **può essere applicato solo a un sottoinsieme ristretto di casistiche.**

Inoltre, la conoscenza delle banche dati ottenuta dal lavoro di ricostruzione del nesso logico fra investimenti, rischi e infortuni ha evidenziato alcuni fattori pratici che mettono in dubbio la leggibilità del risultato, anche nei casi in cui la strategia possa essere implementata:

- Quando il collegamento che viene ricostruito è debole, per la possibilità che gli infortuni identificati non coprano tutte le fattispecie a cui l'investimento preventivo

mira o, più in generale, quando i concetti di tipo di investimento e tipo di infortunio vengano tradotti in criteri di estrazione che portano ad insiemi non perfettamente sovrapponibili, si reintroduce quel rumore di fondo che si voleva escludere con questa tipologia di disegno di valutazione.

- Più si è specifici (gruppi di investimenti molto omogenei, che abbattano rischi molto specifici) più si abbatte il rumore di fondo. In contropartita però, si riduce progressivamente la numerosità dei campioni di imprese trattate e non trattate disponibili per la valutazione di impatto, con il risultato che l'impatto osservato potrebbe risultare non statisticamente significativo o, quantomeno, non robusto a diverse specificazioni.
- La complessità dei rischi e delle tipologie di infortuni porta a temere che nelle basi dati ci siano problemi di errata classificazione, soprattutto sul fronte degli infortuni, risolvibili solo ricorrendo ai campi descrittivi testuali, che richiedono tecniche di rielaborazione del linguaggio naturale.

Stante queste premesse, questo capitolo mostra l'implementazione sperimentale di un disegno di valutazione di questo tipo, con l'intento di mostrarne la percorribilità, i limiti e le criticità da risolvere.

2. Gli investimenti contro gli infortuni nei Bandi ISI

Nell'arco temporale da noi analizzato (Bandi ISI 2010-2018), gli investimenti esplicitamente miranti alla riduzione degli infortuni **non sono mai stati l'oggetto di uno specifico asse**, se non per il caso dei "Progetti per la riduzione del rischio da movimentazione manuale di carichi (MMC)" che è stato un asse nei Bandi ISI 2017 e 2018, ma che copre sia il rischio infortuni, sia il rischio patologie professionali. Negli altri casi, i relativi investimenti sono inclusi nell'Asse Generalista o nell'Asse Agricoltura. La perimetrazione dei record oggetto di valutazione in questo capitolo si basa dunque sull'obbligatoria specificazione della tipologia richiesta in fase di autocandidatura. La tipologia di investimento, che va scelta fra un insieme finito di opzioni, contribuisce al calcolo del punteggio; questo a sua volta determina l'eleggibilità della candidatura (cfr. Capitolo 1).

Ogni Bando inserisce formule per il calcolo del punteggio differenti, in un'ottica di continuo perfezionamento del dispositivo per raggiungere i target prioritari. Queste modifiche riguardano naturalmente anche i rischi cui l'investimento mira, determinando una maggiore o minore incentivazione per gli investimenti oggetto di valutazione in questo caso di studio. **In alcune annualità i Bandi diedero particolare risalto alla lotta agli infortuni, anche nell'ottica di prendere in carico le specializzazioni produttive territoriali, con la loro eredità infortunistica negativa.** I Bandi inserirono delle premialità (progressive) per investimenti miranti a ridurre una delle prime cinque cause di infortuni in ogni regione. Questo spiega l'andamento temporale della partecipazione ai Bandi ISI con progetti per la riduzione degli infortuni.

La Tabella 1 fa riferimento a 5 macrocategorie di investimenti identificate come potenzialmente interessanti per la valutazione di impatto nel capitolo precedente. Esse

sono state selezionate in quanto per gli investimenti che affrontano quelle categorie di rischio si è ritenuto possibile reperire una corrispondenza con i relativi infortuni utilizzando esclusivamente i dati amministrativi contenuti nelle banche dati INAIL (cf. Tabella 8, Capitolo 4). La tabella riporta il numero di candidature che ricadono in ogni tipologia per anno.

Tabella 1. – Andamento temporale delle candidature per investimenti contro alcune tipologie di infortunio per anno di bando

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Totale
Sovraccarico biomeccanico	1.630	5.915	4.068	7.452	6.515	5.949	2.825	131	1.679	36.164
Elettrocuzione o ustione	10				1	442	316			769
Caduta	192	74	103	116	26		54			565
Caduta dall'alto	1.299	2.018	1.428	2.449	1.907	576		118	103	9.898
Ferita, taglio, contusione	2.520	3.084	1.904	2.584	2.197	1.935	1.613			15.837
Totale	5.651	11.091	75.03	12.601	10.646	8.902	4.808	249	1782	63.233

Si osserva immediatamente che ci sono numerosità molto diverse per anno. La variabilità nel tempo riflette il cambiamento nelle priorità assegnate nei vari Bandi, come descritto sopra. Sussiste anche una grande diversità dimensionale tra le cinque tipologie, aspetto più rilevante ai fini valutativi. Come già ampiamente argomentato, gli infortuni sono eventi rari e il loro impiego come variabile di *outcome* richiede campioni di dimensioni consistenti. Per approfondire maggiormente questa criticità, si osservi la Tabella 2, che riporta la distribuzione dei *progetti ammessi e liquidati*, cioè le imprese i cui progetti sono stati reputati conformi al bando e che li hanno realizzati in modo corretto.

Tabella 2. – Andamento temporale dei progetti realizzati per investimenti contro alcune tipologie di infortunio per anno di bando

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Totale
Sovraccarico biomeccanico	63	475	360	655	527	348	105	19	166	2.718
Elettrocuzione o ustione	1					14	37			52
Caduta	3	1	6	2	1		14			27
Caduta dall'alto	56	151	136	220	131	17		1	3	715
Ferita, taglio, contusione	121	303	185	312	257	174	205			1.557
Totale	244	930	687	1.189	916	553	361	20	169	5.069

Si osserva che, poiché i progetti finanziati sono solo una piccola percentuale delle candidature iniziali (Langastro *et al.*, 2023), le numerosità scendono drasticamente rispetto alla Tabella 1, al punto che alcuni raggruppamenti risulteranno semplicemente non valutabili.

Sulla base di questa analisi, abbiamo scelto di focalizzare la valutazione sperimentale sull'*aggregato con maggiore numerosità*, che sono gli *investimenti per prevenire gli infortuni da "sovraccarico biomeccanico"*, il quale ha una frequenza quasi doppia

rispetto all'aggregato successivo, ovvero "ferita, taglio e contusione". A nostro parere, la categoria "sovraccarico biomeccanico" presenta inoltre una [corrispondenza buona fra investimenti identificati e infortuni correlati](#) (cf. Tabella 8, Capitolo 4). Ci concentriamo su un caso con buona numerosità e buona corrispondenza, rimandando a futuri approfondimenti le altre valutazioni.

3. Investimenti per la prevenzione di infortuni da sovraccarico biomeccanico: dati, indicatori e metodi di stima

Come anticipato, le analisi di impatto proposte in questo capitolo sono basate interamente sui dati amministrativi prodotti e messi a disposizione da INAIL. In particolare, sono stati messi in qualità¹ e collegati tre *database* distinti: i dati sui Bandi ISI, disponibili per il periodo 2010-2018 (da qui dati ISI); i dati sulle Aziende assicurate INAIL (da qui dati Aziende) e i dati sugli Infortuni avvenuti in Italia (da qui dati Infortuni), entrambi disponibili per il decennio 2010-2019.

Per estendere il più possibile la dimensione del campione considerato e facilitare quindi la leggibilità dei nessi causali, l'analisi di impatto sugli investimenti per la prevenzione degli [infortuni da sovraccarico biomeccanico \(IPSB da qui in avanti\)](#) include le imprese partecipanti ai Bandi ISI dal 2011 al 2015². Infatti, per realizzare la valutazione di impatto è necessario avere a disposizione dati infortunistici delle imprese trattate e non trattate, sia nel periodo precedente il trattamento, sia nel periodo successivo.

Ricordiamo qui che i Bandi ISI si configurano come un esperimento naturale: il trattamento è l'IPSB; la selezione al trattamento avviene in modo pseudo-randomizzato durante il *click-day*; le imprese trattate sono quelle selezionate che concludono la procedura ricevendo la liquidazione finale; le imprese non trattate sono quelle non selezionate al *click-day* (Langastro *et al.*, 2023).

Rispetto ad altre valutazioni di impatto proposte in questo libro (ad esempio la valutazione degli incentivi all'adozione di modelli di gestione della sicurezza, Capitolo 3), le peculiarità degli IPSB invitano a focalizzarsi esclusivamente sul livello della [Posizione Assicurativa Territoriale \(PAT in seguito\)](#), ovvero l'unità locale di impresa che partecipa ai Bandi ISI. Infatti, è ragionevole supporre che [gli IPSB esplichino i loro effetti esclusivamente a livello di unità locale](#), piuttosto che sull'intera azienda (qualora sia composta di più unità locali).

Selezionando nello specifico i progetti catalogati come IPSB nei Bandi 2011-2015, la valutazione di impatto utilizza i campioni rappresentati in Tabella 1³. Complessivamente, il numero di unità trattate nei singoli bandi è abbastanza adeguato e il rapporto fra il numero

¹ Le operazioni preliminari per il collegamento e la messa in qualità dei dati sono particolarmente rilevanti, perché i *database* sono costruiti a scopo amministrativo e non per la ricerca valutativa (Ragazzi & Sella, 2014, 2018).

² Il Bando ISI 2010 è stato escluso per le sue caratteristiche molto diverse rispetto alle edizioni successive.

³ Il numero di trattati risulta diverso dai progetti conclusi in Tabella 2 (prima riga) poiché sono state escluse le unità trattate in altre misure dei Bandi ISI.

di trattati e di non trattati è soddisfacente. Essendoci però qualche dubbio sulla leggibilità del nesso causale, soprattutto perché nel periodo considerato gli IPSB non sono oggetto di specifici assi di finanziamento ma sono stati ricostruiti dal processo di identificazione della corrispondenza investimento-rischio-infortunio descritto nel precedente capitolo, le analisi valutative sono state effettuate sia per singolo bando, sia sul complesso dei bandi.

Tabella 3. – Trattati e non trattati (PAT) per gli investimenti per la prevenzione del sovraccarico biomeccanico (valori assoluti)

Anno	Non trattati	Trattati	Totale
2011	2776	443	3219
2012	1710	344	2054
2013	3515	622	4137
2014	3863	500	4363
2015	3970	331	4301
Totale	15834	2240	18974

Come in altri esercizi proposti (es. Capitolo 3), l'analisi di impatto viene condotta confrontando l'andamento medio del campione dei trattati con quello del campione di controllo (non trattati) in alcuni indicatori di interesse, selezionati sulla base degli obiettivi della politica. Nella fattispecie, gli IPSB vogliono ridurre un'incidenza infortunistica specifica, per cui ci si attende che la loro efficacia si traduca in un miglioramento degli indicatori infortunistici dovuti a sovraccarico biomeccanico nel gruppo dei trattati. Come illustrato nel precedente capitolo, tali infortuni sono stati identificati con la natura "lesioni da sforzo" (cf. Tabella 8, Capitolo 4 per dettagli): nonostante la corrispondenza sia ritenuta buona, persistono dubbi sulla qualità di questa classificazione. Pertanto, le analisi degli indicatori infortunistici si sono concentrate sia sulle specifiche "lesioni da sforzo", sia sugli infortuni in generale.

Poiché il rischio si esplica principalmente nelle due dimensioni di frequenza e impatto (Ragazzi & Sella, 2023), l'analisi valutativa prende in considerazione indicatori di risultato relativi sia alla frequenza infortunistica, sia alla gravità degli eventi. In particolare, come già nel Capitolo 3 sull'adozione di modelli di gestione della sicurezza, combinando le basi dati viene ricostruita su base annuale la serie storica 2010-2019 di quattro diversi indicatori, definiti con precisione in Ragazzi e Sella (2023)⁴: il numero totale di infortuni; il numero totale di infortuni gravi; il tasso di frequenza infortunistica; il tasso di gravità infortunistica. La ricostruzione degli indicatori su base annuale è stata effettuata combinando i dati Infortuni e i dati Aziende, che raccolgono micro-dati a livello PAT⁵.

Passando agli approcci per la valutazione dell'impatto, la metodologia adottata ricalca le scelte modellistiche descritte nel Capitolo 3. Per richiamarle brevemente, si è scelto di utilizzare il metodo Differenza nelle differenze (*Difference-in-Differences*, DiD), che

⁴ Qui aggiungiamo solamente che gli indicatori sono stati calcolati considerando gli infortuni definiti positivi da INAIL. Gli infortuni gravi si riferiscono agli infortuni definiti positivi che hanno comportato una prognosi superiore ai 30 giorni, conseguenze permanenti oppure morte.

⁵ Nel caso di PAT presenti nei dati Aziende ma non nei dati Infortuni in uno specifico anno, si è inferito che non avessero avuto infortuni nell'anno di riferimento.

combina l'approccio sperimentale di confronto fra trattati e non trattati con l'approccio pre-post, per confrontare l'evoluzione nel tempo dei due gruppi (per un'introduzione si veda Angrist & Pischke, 2009). La stima dell'effetto medio di trattamento sui trattati⁶ può essere raffinata utilizzando modelli di regressione multivariata per depurare dall'effetto di alcune variabili confondenti (**DiD con covariate**), oppure utilizzando metodi di abbinamento statistico delle unità trattate e non trattate (**DiD con matching**). Gli approcci DiD sono particolarmente indicati quando si sospetta che il semplice confronto fra trattati e non trattati sia inficiato da eterogeneità residua. Nel caso specifico dei Bandi ISI, la bontà statistica dell'esperimento naturale può essere inficiata dal **fenomeno dell'attrito**, come descritto esaustivamente nei Capitoli 1 e 2 del presente volume.

4. Sintesi dei risultati

Per comprendere meglio i dati disponibili e i periodi di riferimento analizzati, si rimanda al par. 3.2 nel Capitolo 3, in particolare alla Tabella 2, che schematizza i periodi di osservazione pre- e post-trattamento degli indicatori infortunistici per la valutazione di impatto dei Bandi ISI 2011-2015. Ad esempio, per il Bando ISI 2012 si possono calcolare gli indicatori infortunistici pre-trattamento fino a 2 anni prima del bando e post-trattamento fino a sei anni dal *click-day*, ovvero quando avviene la selezione nel trattamento⁷.

Questa sezione propone i risultati statisticamente significativi delle analisi di impatto ottenute applicando il metodo **DiD con covariate**⁸. È bene ricordare che la significatività statistica delle stime dipende dall'efficacia degli investimenti, ma anche dalla leggibilità del nesso causale, che nel caso degli IPSB risulta di lettura complessa per via della difficoltà nell'identificazione della tipologia infortunistica di riferimento. Per questo motivo, i risultati sottostanti si riferiscono sia a variabili obiettivo calcolate su tutte le tipologie infortunistiche, sia a variabili obiettivo calcolate sui soli infortuni classificati come "lesioni da sforzo" (LS).

Poiché le stime mostrano un sostanziale bilanciamento degli indicatori pre-trattamento fra trattati e non trattati, le tabelle sottostanti confrontano l'andamento medio degli indicatori infortunistici fra i due gruppi⁹ nei diversi periodi post-trattamento (impatto post-trattamento per periodo). Per controllare l'effetto spurio di eventi rari nei singoli periodi, si confrontano anche gli andamenti medi post-trattamento calcolati sull'intero periodo osservato (impatto medio post-trattamento).

⁶ Nella sua versione più semplice, si confrontano le differenze fra trattati e non trattati nei livelli medi pre-trattamento dell'indicatore di interesse rispetto ai livelli medi pre-trattamento.

⁷ Generalmente i Bandi ISI vengono pubblicati verso la fine dell'anno solare di riferimento e il *click-day* viene organizzato all'inizio dell'anno solare successivo.

⁸ Le covariate hanno controllato le stime per: dimensione di impresa (PAT), settore (industria primaria, manifattura, costruzioni, servizi), numero di unità locali nell'impresa.

⁹ I risultati sono stimati su tutte le PAT trattate e non trattate. In qualche raro caso, il risultato si riferisce alle sole PAT stabili, ovvero presenti nel *database* per tutto il periodo di osservazione.

Tabella 4. – Risultati delle stime con metodo DiD con covariate, indicatori infortunistici calcolati su tutte le tipologie di infortunio. Effetto medio di trattamento sulle PAT, per Bando e per periodo (anni) dal click-day

Bando	Periodo dal <i>click-day</i>	Indice di frequenza	Infortuni	Indice di gravità	Infortuni gravi
2012	+3	-0,005	-0,060	-0,008*	-0,049*
	+5	-0,004	-0,094*†	-0,005*	-0,040*
	+6	-0,001	-0,080	-0,001	-0,038*
	Media post	-0,007	-0,033*†	-0,005	-0,027*
2013	+5	-0,006*	-0,021	-0,005**	-0,015
2015	+2	-0,008***	-0,060	-0,006***	-0,032**
	Media post	-0,002	-0,049	-0,001	-0,026*†

Significatività: *** $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; * $p < 0.1$

† Stimato sulle PAT stabili

La Tabella 4 riporta i risultati statisticamente significativi quando si considerano tutte le tipologie infortunistiche, senza cercare di identificare gli specifici infortuni su cui ci si attende l'effetto del finanziamento. Tutti i coefficienti hanno segno negativo, ovvero gli indicatori infortunistici sono migliori nei trattati rispetto ai non trattati. Nei casi in cui il coefficiente è significativo, la differenza fra trattati e non trattati è statisticamente rilevante a favore dei trattati: i trattati hanno meno infortuni (o minore incidenza) dopo il trattamento (coefficiente post-trattamento significativamente negativo), mentre prima del trattamento non si rilevavano differenze significative fra trattati e non trattati (coefficienti non mostrati). In generale, gli effetti del trattamento si osservano a più di due anni dal *click-day*, quando l'investimento per la prevenzione infortunistica è presumibilmente implementato nella maggior parte delle imprese trattate. I risultati, però, hanno significatività variabile in tutte le dimensioni di analisi adottate: i bandi, gli indicatori, i periodi.

Andando nel dettaglio, il Bando 2012 restituisce più evidenze rispetto agli altri. I dati disponibili consentono di osservare la serie storica infortunistica da due anni prima del bando fino a sei anni dopo il *click-day* (Tabella 2, Capitolo 3). Al termine dell'implementazione (periodo +3), tutti gli indicatori infortunistici registrano un miglioramento per i trattati rispetto ai non trattati, significativo solo se ci si focalizza sugli infortuni gravi. L'impatto favorevole si osserva fino a sei anni dal *click-day* nel numero di infortuni gravi e fino a cinque anni nell'indice di gravità infortunistica. Se si considerano le sole PAT stabili, ovvero quelle presenti nel database per tutto il periodo di osservazione, si registra anche un impatto significativamente favorevole sul numero di infortuni a cinque anni dal *click-day*. Per controllare l'effetto spurio di eventi rari sugli indicatori, si confronta anche la differenza media post-trattamento stimata sui sei anni disponibili dopo il *click-day* (riga "media post" in Tabella 4): l'impatto significativamente negativo permane solo negli indicatori calcolati sulla numerosità infortunistica (numero di infortuni e numero di infortuni gravi), mentre non risulta significativo sugli indici (di frequenza e di gravità).

I risultati ottenuti dalle stime sul Bando 2012, però, non risultano robusti se stimati sui dati degli altri bandi. Ad esempio, il Bando 2013 evidenzia impatti significativi a cinque anni dal *click-day* solo sugli indici. Invece, il Bando 2015 mostra riduzioni significative in quasi tutti gli indicatori, ma solo a due anni dal *click-day*: in questo caso, comunque, gli impatti sono osservabili solo fino al periodo tre (Tabella 2, Capitolo 3).

Tabella 5. – Risultati delle stime con metodo DiD con covariate, indicatori infortunistici calcolati sugli infortuni classificati “lesioni da sforzo”. Effetto medio di trattamento sulle PAT, per Bando e per periodo (anni) dal click-day

Bando	Periodo dal <i>click-day</i>	Indice di frequenza	Infortuni
2011	+5	-0,000**	-0,011***
2012	+3	-0,000*	-0,009**
	+4	-0,000	-0,006**
	+5	-0,000	-0,006*
2013	+3	-0,000	-0,004*†
	+5	-0,001	-0,006**
	Media post	-0,000	-0,004*†
2015	+2	-0,000**	-0,005**
	Media post	-0,000	-0,004*

Significatività: *** $p < 0.01$; ** $p < 0.05$; * $p < 0.1$

† Calcolato sulle PAT stabili (serie complete)

La Tabella 5 propone invece stime specifiche sulla tipologia infortunistica che gli IPSB intendono prevenire. Lo scopo di restringere il focus alle sole lesioni da sforzo è di migliorare la leggibilità del nesso causale, ma si incappa nello svantaggio di non riuscire più a stimare modelli sulla gravità infortunistica, data la ridottissima numerosità di lesioni da sforzo classificate gravi (cf. nota 4). L’analisi è coerente con i precedenti risultati e conferma la presenza di impatti significativamente favorevoli per i trattati, fra cui si osserva un minor numero di infortuni da lesione da sforzo. Anche in questo caso, gli impatti sono estremamente volatili, fra bandi e periodi. In dettaglio, i Bandi 2012 e 2013 confermano impatti significativi tra tre e cinque anni dal *click-day*, mentre nel Bando 2015 emergono solo impatti a breve termine, ma il periodo di osservazione post-trattamento è estremamente limitato.

In conclusione, la combinazione di risultati stimati suggerisce una doppia valenza degli IPSB sulle imprese trattate rispetto alle non trattate: si osserva infatti un effetto significativo nel ridurre il numero di lesioni da sforzo, cui si abbina anche una riduzione negli indicatori di gravità infortunistica in genere.

5. Conclusioni

Il capitolo ha proposto i risultati di un esercizio di valutazione dell’impatto degli investimenti ISI esplicitamente miranti a ridurre il rischio infortunistico. Nell’arco temporale da noi analizzato (Bandi ISI 2010-2018), tali investimenti non sono stati oggetto di uno specifico asse e hanno affrontato svariate tipologie di rischio infortunistico, nonché di rischio di malattia professionale.

Per elaborare un disegno efficace di valutazione di impatto è stato quindi necessario un lungo lavoro propedeutico di ricostruzione epistemologica della relazione investimento – rischio – infortunio, seguito dalla definizione di una procedura a tre fasi per collegare fra le diverse basi dati INAIL i progetti candidati, la tipologia di rischio che i progetti miravano a prevenire e la tipologia infortunistica collegata allo specifico ri-

schio. Chiaramente, si tratta di un **lavoro maieutico**, basato sulla teoria del cambiamento associata alla prevenzione del singolo rischio: esso risulta **fondamentale** soprattutto perché **la valutazione è costruita su dati amministrativi**, concepiti con obiettivi molto diversi dalla valutazione dell'impatto dei finanziamenti. Il Capitolo 4 illustra nel dettaglio tale lavoro preliminare.

Il presente capitolo, invece, conferma che la strategia adottata è fattibile: una volta eseguita e validata la fase propedeutica, la valutazione di impatto può essere eseguita. La strategia, però, è poco efficiente, poiché impone di focalizzarsi in modo molto specifico sul rischio e sulla tipologia infortunistica che si vuole prevenire: il nesso, però, non è sempre identificabile in modo plausibile. Il capitolo propone pertanto un esercizio specifico sugli investimenti per la prevenzione del sovraccarico biomeccanico, valutato sia su indicatori infortunistici generici, sia su indicatori infortunistici relativi alle lesioni da sforzo.

I risultati suggeriscono un impatto significativamente favorevole degli IPSB, ma con andamento carsico: il numero delle lesioni da sforzo diminuisce fra i trattati rispetto ai non trattati, come previsto, ma l'effetto è poco robusto fra periodi e fra bandi. Inoltre, **si osservano effetti favorevoli (ma altrettanto carsici) anche sui generici infortuni gravi.** Un'ipotesi interpretativa è che l'investimento aiuti l'impresa a ridurre lo specifico rischio, ma anche a modificare la propria attitudine alla prevenzione, soprattutto verso infortuni con conseguenze gravi.

La robustezza limitata dei risultati invita a future estensioni dell'esercizio, sia in termini di tipi di rischio valutati (un ottimo candidato per continuare a testare l'efficacia del disegno di valutazione è il rischio di caduta dall'alto, con numerosità piuttosto ridotte ma eccellente ricostruzione del nesso causale), sia in termini di approcci modellistici.

6. Riferimenti bibliografici

- Angrist, J.D. & Pischke, J.S. (2009). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton University Press.
- Eurostat (2001). *European statistics on accidents at work (ESAW) – Methodology 2001 edition*, Employment and Social Affairs.
- Eurostat (2013). *European Statistics on Accidents at Works (ESAW) – Summary Methodology. Eurostat Methodologies and Working Papers*.
- INAIL (2020). *Ambienti confinati e/o sospetti di inquinamento e assimilabili. Aspetti legislativi e caratterizzazione. Fact sheet INAIL* <https://www.inail.it/cs/internet/docs/alg-pubbl-ambienti-confinati-aspetti-legislativi-caratteriz.pdf>.
- Langastro, A., Ragazzi, E., Sella, L. & Benati, I. (2023). *Monitoraggio e valutazione dei Bandi ISI: una tassonomia delle imprese*. In Castado, A., Ragazzi, E. & Sella, L. (ed.). *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?* Giappichelli, Torino.
- Marrocco, A., D'Amore, G., Colagiaco, C. & Castaldo, A. (2023). *I Bandi ISI alla prova della teoria del cambiamento*. In Castado, A., Ragazzi, E. & Sella, L. (ed.). *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?* Giappichelli, Torino.
- Ragazzi E. & Sella, L. (2023). *Analisi delle policy, variabili e indicatori del problema valutativo*. In Castado, A., Ragazzi, E. & Sella, L., (ed.). *È possibile incentivare la sicurezza sui luoghi di lavoro?* Giappichelli, Torino.

Capitolo 6

La Survey “In ISI. Indagine sugli incentivi alle piccole e medie imprese per il miglioramento dei livelli di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro”

Chiara Colagiaco, Maria Ilaria Barra, Stefano Signorini

1. Introduzione

La valutazione delle politiche è una pratica sociale dei paesi democratici, strumento di *governance* e di partecipazione (Stame, 2016). Nel nostro paese rappresenta uno dei temi maggiormente discussi degli ultimi anni, per il valore che riveste, per la crescente richiesta che lo caratterizza, a partire dai decisori politici e dagli stakeholders, per il ruolo decisivo che l’Unione europea gli attribuisce.

La disciplina è ricerca finalizzata al miglioramento dell’azione e la sua essenza riguarda il modo in cui si esprime un giudizio di valore su ciò che è analizzato dei programmi di *policy*. Il miglioramento può riguardare sia la teoria dei programmi, sia gli ambiti dell’implementazione e dell’attuazione, poiché la finalità primaria è di natura cognitiva e riguarda la possibilità di mettere in luce aspetti molteplici dell’oggetto valutato. L’esercizio è complesso e richiede l’adozione di molteplici procedure. Per questa ragione, a fronte della quantità di approcci disponibili e delle argomentazioni a loro sostegno, talvolta tra loro contrastanti, è utile riflettere sulla complessità della pratica del valutare rispetto alla quale, la conoscenza dei diversi modelli, delle tecniche e degli strumenti che è possibile adottare nell’ambito di ciascuno di essi, dei meriti e dei limiti che li caratterizzano, può e deve essere strumentale a soddisfare gli obiettivi valutativi che si pone chi la promuove e chi la utilizza, affinché possa essere concreto strumento di pianificazione strategica e orientamento dei processi decisionali.

Una valutazione che tenga conto della peculiare complessità che alcune politiche rivestono, in particolare nel campo della salute e sicurezza, non si limiterà a sceglierne uno, ma selezionerà l’insieme dei metodi e delle tecniche che possano meglio restituire in termini valoriali tale complessità, mediante evidenze rigorose ottenute comparando risultati emersi da valutazioni basate sia su metodologie differenti, sia su differenti cluster di partecipanti e contesti.

Seguendo il pensiero di Patton, il quale riteneva che i dati non devono necessariamente essere validi in generale, quanto piuttosto utili e credibili per i destinatari per i

quali sono stati rilevati, la valutazione deve essere responsabile verso la situazione; condurla mixando tanto gli approcci quanto i metodi può consentire di approfondire meglio programmi complessi che sottendono modelli causali complessi (Patton, 2007). Il valore aggiunto della contestuale adozione di processi differenti riguarda la possibilità di acquisire informazioni complementari o convergenti, guidate primariamente da domande di valutazione che sempre devono indirizzare le scelte metodologiche e che possono incarnare vere e proprie forme di riflessione nell'azione.

Una buona valutazione è in grado di attivare un processo conoscitivo che riguarda tutti gli attori che sono parte dell'azione.

2. Il valore della consultazione

La consultazione di cittadini, gruppi e imprese è uno strumento raccomandato in numerosi documenti internazionali ed europei (OCSE, UE) in quanto processo democratico mediante il quale, attivando un ascolto strutturato di determinate categorie sociali si acquisiscono informazioni, contributi e punti di vista specifici su una vasta gamma di temi connessi alle politiche pubbliche. In quanto forma di comunicazione bidirezionale basata sulla sollecitazione di *feedback* e sulla circolazione delle informazioni e delle rappresentazioni di problemi di interesse pubblico e di soluzioni agli stessi (La Spina & Espa, 2011), essa costituisce un mezzo importante per coinvolgere nella definizione delle politiche le parti a vario titolo interessate e per assicurare una maggiore trasparenza e responsabilità nelle decisioni prese.

La consultazione può caratterizzare tutte le fasi del processo decisionale: può essere svolta *ex ante*, in itinere, *ex post*, a seconda dell'obiettivo per cui viene attivata. *Ex ante* ha la funzione di porre all'attenzione del *policy maker* bisogni, aspettative, opinioni e valutazioni relative alle ipotesi considerate; in itinere è utile a raccogliere i contributi dei soggetti attuatori e dei portatori di interesse per monitorare gli aspetti connessi all'implementazione della misura; *ex post* consente di acquisire informazioni e osservazioni da parte di tutti gli attori interni ed esterni (soggetti attuatori, *stakeholders*, destinatari e beneficiari della misura, esperti, osservatori, testimoni privilegiati, ecc.) e di valutare le conseguenze dell'azione in termini di grado di soddisfazione e rispondenza dei risultati effettivi a quelli attesi; in questa fase è possibile inoltre registrare eventuali effetti imprevisti e/o perversi¹.

Ove si desideri adottare processi di consultazione ugualmente partecipativi, ma maggiormente strutturati e fondati su un approccio scientifico, è possibile utilizzare la *survey* campionaria come strumento idoneo a raccogliere dati quantitativi da campioni rappresentativi dei gruppi di interesse. Il dato quantitativo consente di attribuire indi-

¹ In Europa il modello più avanzato è rappresentato dall'esperienza britannica nella quale viene adottato un vero e proprio *Code of practice*: in base ad esso, nella presentazione delle consultazioni, si deve evidenziare che esse sono estese a una vasta pluralità di destinatari, che la finalità principale riguarda il miglioramento delle decisioni, che quest'ultimo è reso possibile sia dalla costruzione di evidenze empiriche sia dall'acquisizione di opinioni e pareri in materia, che essa deve promuovere un dialogo aperto sulla scienza e consentire a tutte le parti interessate di esprimere il proprio punto di vista.

cazioni numeriche (percentuali) alle differenti opinioni espresse dalla popolazione analizzata e la rappresentatività dei campioni consente di ottenere una misura statisticamente significativa delle informazioni acquisite. Naturalmente il controllo della ricerca costituisce un aspetto essenziale della conduzione di una *survey* poiché il rispetto di procedure metodologiche rigorose garantisce la validità dei dati raccolti. Ciò include, ad esempio, la scelta casuale dei partecipanti, il controllo delle variabili, l'uso di strumenti affidabili di misurazione e analisi statistica dei dati.

Nella disciplina della salute e sicurezza il contributo offerto dalle indagini campionarie ha acquisito, nel tempo, rilievo: ad esse è riconosciuto il ruolo funzionale a raccogliere dati sulle percezioni, le opinioni e le esperienze delle organizzazioni e delle figure coinvolte nel sistema di prevenzione aziendale, pertanto in ambito europeo e nazionale le indagini sulla percezione della salute e sicurezza sul lavoro da parte delle figure del sistema di prevenzione, sono utilizzate in maniera ricorsiva o periodica². Promuovendo il coinvolgimento attivo delle organizzazioni nel processo di miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza del lavoro attraverso la raccolta di informazioni dirette, esse consentono di identificare benefici e criticità delle normative e delle misure di *policy*, ottenere una visione completa e puntuale di tali condizioni e fornire spunti per interventi di miglioramento o correttivi, promuovendo il confronto a livello europeo e identificando *best practice*. In particolare, nell'ambito dei disegni valutativi per la misurazione dell'efficacia e dell'impatto delle misure di *policy* le rilevazioni campionarie favoriscono una migliore implementazione della strategia valutativa, poiché consentono di ampliare le informazioni disponibili e di arricchire la conoscenza relativa ad una serie di grandezze non osservabili attraverso dati di monitoraggio ed altri dati finalizzati alla valutazione; queste variabili possono influenzare tanto le assunzioni valutative quanto l'evoluzione degli *outcomes* considerati³. L'analisi di letteratura ha mostrato che, relativamente agli incentivi economici per la prevenzione, la presenza di studi è insufficiente e che uno dei temi centrali sui quali si rende necessario effettuare approfondimenti riguarda il ruolo che gli incentivi svolgono nel raggiungere imprese normalmente non proattive su questioni di compliance spontanea. Tutte queste indicazioni hanno guidato le scelte effettuate nella elaborazione di In-ISI.

² Si pensi ad ESENER, indagine sui rischi nuovi ed emergenti, condotta da Eu-Osha fra le imprese europee al fine di supportare le organizzazioni nella gestione efficace della salute e sicurezza e di fornire ai decisori politici informazioni transnazionali rilevanti e comparabili, utili ad elaborare e attuare nuove politiche in materia. ESENER consente di approfondire la conoscenza delle pratiche di gestione della salute e sicurezza sul lavoro, esplorando le modalità di coinvolgimento e partecipazione dei lavoratori alle prassi in materia.

Si pensi anche ad INSULA, prima indagine campionaria condotta in Italia sulla percezione del rischio per la salute e sicurezza nei luoghi di lavoro e sul livello generale di consapevolezza rispetto all'applicazione del D.lgs. n. 81/2008 e s.m.i., rivolta a tutte le figure della prevenzione con l'obiettivo di raccogliere dati utili allo sviluppo di strumenti di prevenzione volti al miglioramento della vita lavorativa. La *survey* è stata finalizzata altresì ad acquisire informazioni sulla percezione del ruolo delle figure del sistema nel contesto dell'approccio integrato e partecipato da tutti i soggetti della prevenzione aziendale previsto dal D.lgs. n. 81/2008.

³ Le indagini *ad hoc* consentono di approfondire ad esempio il processo di autoselezione, il processo di partecipazione, la probabilità di accesso al finanziamento o di abbandono ... di una misura di *policy*.

3. Il contesto

In occasione di un precedente bando ricerche in collaborazione (Bric) è stato finanziato un progetto dal titolo “Proposte metodologiche e indagine pilota finalizzata alla creazione di un modello per la valutazione d’impatto degli incentivi economici alle PMI (messi a disposizione dall’INAIL rispetto alle altre forme di finanziamento disponibili) e delle attuali norme in materia di salute e sicurezza del lavoro”. A valle del progetto è stata realizzata “In-ISI”, la prima indagine campionaria nazionale sugli incentivi rivolti alle piccole e medie imprese, promossi dai Bandi ISI dell’INAIL per il miglioramento dei livelli di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

La *survey* è stata preceduta da un’analisi valutativa sull’implementazione della politica, volta ad approfondire le modalità attivate dall’INAIL per l’accesso, la selezione e l’erogazione degli incentivi erogati attraverso i Bandi ISI per progetti per il miglioramento documentato delle condizioni di salute e di sicurezza dei lavoratori rispetto alle condizioni preesistenti. La comprensione dei processi che caratterizzano l’effettiva attuazione di quanto previsto dalla disposizione normativa è stata raggiunta mediante una puntuale ricostruzione della procedura implementata: dalla definizione e pubblicazione dei bandi, alla selezione dei progetti, alla loro rendicontazione e finanziamento. Con riferimento a due distinti livelli di attenzione che hanno riguardato rispettivamente la coerenza dell’impianto strategico e operativo adottato rispetto ai contenuti e alle finalità delle prescrizioni normative e il sistema di *governance* attivato, verificandone la capacità di innestare interventi adeguati e mirati a conseguire le finalità prescritte dal dettato normativo, le analisi hanno mostrato una *governance* dei Bandi ISI molto performante caratterizzata dalla capacità di evolvere sul paradigma del *learning by experience*, confermando l’esigenza di pervenire ad informazioni puntuali riferite agli impatti della misura attraverso il ricorso a metodologie di natura controfattuale e quantitativo-descrittive.

Nel percorso di valutazione pluriennale che ha condotto dall’analisi dell’implementazione alle analisi basate sulla teoria e a quelle di contesto nonché alla valutazione d’impatto con tecniche controfattuali approfondita in questa sede, “In-ISI” è stata strutturata con finalità prodromiche alla quantificazione degli effetti causali degli interventi, pertanto disegnata per acquisire informazioni su variabili non osservabili a partire dai dati di monitoraggio e dai dati disponibili nei data base utilizzati per gli approfondimenti di specie e per ampliare l’insieme delle dimensioni utili a ben rappresentare la propensione delle imprese al miglioramento della salute e sicurezza, all’investimento e all’utilizzo del sistema degli incentivi. In funzione di ciò, nonché al fine di arricchire lo studio, i dati raccolti nel corso del precedente progetto Bric sono stati analizzati e approfonditi nell’ambito del progetto “Vip Moving”. Le analisi sono state svolte dall’unità di ricerca INAIL e dalla consulenza tecnica per la salute e la sicurezza centrale e con il contributo dell’unità operativa Dipartimento studi giuridici ed economici dell’Università Sapienza di Roma.

4. La Survey

In-ISI è stata elaborata dalla Sezione tecnico scientifica “Supporto alla prevenzione” del Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale⁴, con la collaborazione delle strutture che in INAIL sono coinvolte nel processo di implementazione e gestione della misura: la Direzione centrale prevenzione per l’approfondimento degli aspetti amministrativi dei dati e delle informazioni di processo; la Consulenza statistico attuariale per i dati statistici di monitoraggio che hanno consentito di effettuare le scelte metodologiche sui bandi e sulle tipologie di intervento da considerare e per la metodologia di campionamento; la Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione centrale⁵ per l’approfondimento degli aspetti tecnici connessi ai progetti (ammessi, parzialmente ammessi, bocciati) e la messa a punto di un indicatore sintetico pesato in funzione del quale è stato interamente definito uno dei tre blocchi del questionario. TLAB PMI, esecutore dell’indagine, ha infine somministrato i questionari alle imprese nei mesi di novembre e dicembre 2019 completando le interviste telefoniche entro gennaio 2020.

La popolazione di riferimento è rappresentata dalle imprese che hanno presentato domanda di partecipazione nell’ambito del ciclo di operatività dei Bandi ISI 2013, 2014 e 2015. Nel dettaglio l’universo campionario è costituito da 37.549 imprese, segmentate in 3 *cluster*: 4.008 imprese liquidate 2013, 2014, 2015 (imprese beneficiarie che hanno realizzato l’intervento e sono state liquidate); 24.542 imprese non ammesse 2013, 2014, 2015 (imprese non beneficiarie che non si sono collocate in posizione utile nella graduatoria a seguito del *click-day*); 8.999 imprese non partecipanti 2010-2018 (potenziali destinatarie della misura che, pur in possesso dei requisiti richiesti dai bandi ai fini dell’eleggibilità, non hanno mai partecipato e non hanno provato ad accedere alla fase preselettiva né effettuato simulazioni, ad alcuno dei Bandi ISI dal 2010 al 2018, ultimo bando per il quale, all’epoca della somministrazione della *survey*, erano disponibili dati stabili inerenti bocciature e liquidazione dei partecipanti).

La necessità di raccogliere informazioni quali-quantitative utili a rimuovere in particolare i potenziali *bias* connessi al fenomeno del *drop out* ha condotto a selezionare tra le trattate la sottopopolazione delle imprese liquidate. La necessità di approfondire le motivazioni della mancata partecipazione e le dinamiche di conoscenza e propensione all’utilizzo degli incentivi alternativi e/o concorrenti ad ISI ha invece guidato le scelte rivolte a somministrare la *survey* anche alla popolazione delle imprese non partecipanti.

La rilevazione è stata effettuata attraverso metodologie di intervista Cati/Cami (Computer Assisted Telephone/Mobile Interview) ed ha coinvolto i datori di lavoro ai sensi del D.lgs. n. 81/2008: non sono state considerate valide, pertanto, interviste somministrate ad altre figure aziendali⁶.

⁴ Attualmente Sezione Tecnico-scientifica “Modelli organizzativi e sostenibilità”.

⁵ Attualmente CTSS, Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza centrale.

⁶ Il field cati di T-LAB P.M.I. è costituito da 60 postazioni telefoniche gestite con i softwares più avanzati e implementati da soluzioni home made sviluppate in collaborazione con il Dipartimento di Informatica dell’Università della Calabria.

Nel complesso le interviste valide hanno raggiunto un campione di 2.933 imprese rappresentative dei relativi universi, così distribuito: 843 imprese liquidate bandi 2013-2014-2015; 1.023 imprese non ammesse bandi 2013-2014-2015; 1.067 imprese non partecipanti e non simulanti bandi dal 2010 al 2018.

4.1. Note di metodo

Come noto, le inchieste campionarie si caratterizzano per proporre interviste strutturate a soggetti appartenenti a campioni statisticamente rappresentativi della, o delle, popolazioni oggetto di analisi e sono realizzate per stimare le dimensioni quantitative di un fenomeno. Al fine di massimizzare il trattamento dei dati acquisiti, indagando anche le relazioni tra le variabili, e per rendere rigorosa e replicabile l'indagine effettuata a partire da puntuali ipotesi di ricerca, è generalmente lasciata poca libertà sia all'intervistatore che all'intervistato. Quanto più alto è il numero dei soggetti che si intende consultare tanto più strutturato deve essere lo strumento utilizzato. Nei questionari strutturati sono pertanto proposte domande chiuse con alternative di risposta limitate e prestabilite per tipo e per numero, e rigido è l'ordine con cui le domande sono poste, ad esempio nei casi in cui il campione superi un numero di soggetti pari a mille.

Le scelte metodologiche relative al campionamento, al disegno degli strumenti di indagine e alle tecniche di intervista adottate determinano la qualità della rilevazione garantendo risultati sistematicamente affidabili. I tre aspetti sono interdipendenti e fortemente correlati.

Una rilevazione efficace deve poter acquisire informazioni e dati rappresentativi, pertinenti, non generici, attendibili e completi raggiungendo risultati generalizzabili. Per centrare questo obiettivo è necessario stabilire in primo luogo *cosa si vuole conoscere* e a *quale fine* determinando innanzitutto la *natura dei quesiti* e definendo solo successivamente, in base ad essi, *a chi rivolgerli* e attraverso *quali strumenti* metodologici. È sulla base dei quesiti che si intende porre che si può stabilire quanti soggetti coinvolgere e quali metodologie applicare, considerando che dai temi dipenderà la scelta di consultare un numero esiguo di esperti, specialisti della materia, oppure una platea ampia e variegata di soggetti afferenti a gruppi sociali diversi (ad esempio i destinatari diretti delle *policies* analizzate) per acquisire giudizi di valore e/o giudizi di fatto.

Nella scelta dei *target* è inoltre importante porre attenzione alle conoscenze che si presuppone essi posseggano, al fine di raffigurare al meglio i diversi punti di vista rilevanti, ma anche al fine di evitare che i quesiti posti stimolino nei rispondenti non già valutazioni, opinioni o preferenze sedimentate nel tempo, ma risposte estemporanee, meno attendibili. Se gli argomenti sono molto complessi è possibile ricorrere a indagini integrate combinando tecniche quantitative e qualitative.

Per rilevare opinioni e atteggiamenti è ampiamente adottata in campo accademico e istituzionale, oltre che nell'ambito delle ricerche di mercato, la tecnica di ricerca Cati, che consente di realizzare interviste telefoniche con il supporto del computer. Il Cati è un sistema computerizzato nato dalla necessità di contenere o eliminare i fattori che

riducono la qualità delle informazioni raccolte per mezzo delle interviste telefoniche. Grazie ad una rete di computer, *softwares* che guidano la somministrazione dei questionari e linee telefoniche, il sistema permette la realizzazione contemporanea di un numero di interviste pari a quello dei p.c. e delle linee telefoniche disponibili. La modalità di rilevazione delle unità statistiche è diretta: per estrarre il campione si inserisce la lista dei nominativi o dei numeri telefonici da contattare, fissando i parametri da rispettare nell'estrazione, ad esempio fornendo al sistema le quote di campionamento, ossia il numero di interviste necessarie per ciascuna categoria; per evitare fenomeni di selezione della popolazione *target* è possibile organizzare l'ordine delle chiamate telefoniche mediante *softwares*, prevedendo la generazione casuale dei numeri; il questionario è elettronico e, nel corso della telefonata, scorre sul video secondo una presentazione in sequenza dei singoli quesiti, volta a favorire i controlli di congruenza e l'adozione di domande filtro ed a prevenire l'accidentale omissione di alcuni *item*, soprattutto in batterie lunghe e complesse. Gli intervistatori leggono ad alta voce le domande registrando le risposte direttamente sul computer; ciò consente di ridurre gli errori di inserimento dati, velocizzare l'elaborazione e ottimizzare i costi. Il controllo della rilevazione è detto *field* telefonico e può essere realizzato attraverso tre tipi di verifica: indicatori quantitativi delle unità contattate, delle interviste valide e dei rifiuti; modalità di conduzione dell'intervista e rispetto delle procedure (interruzioni, forzature, correzioni, ecc.) (Filippucci, 2000).

4.2. Caratteristiche della rilevazione

Come precedentemente descritto la *survey* In-ISI è stata condotta su un campione rappresentativo di aziende estratto dall'archivio INAIL⁷ ed ha coinvolto i datori di lavoro ai sensi del D.lgs. n. 81/2008.

Per poter fornire allo studio di impatto⁸ elementi conoscitivi a supporto delle valutazioni sono stati considerati per i primi due *target* (aziende beneficiarie e non beneficiarie di ISI) i bandi 2013, 2014, 2015. La scelta metodologica di riferire l'indagine al triennio considerato (Tabella 1) è stata dettata:

- dalla maturità e stabilità delle caratteristiche tecnico-procedurali rispetto a quelle dei bandi precedenti;
- dalla loro omogeneità in termini di stanziamento complessivo per ciascun anno, misura del contributo, contributo massimo erogabile e tipologie di intervento previste;
- dalla comparabilità degli interventi di investimento;
- dalla stabilità dei dati inerenti alla liquidazione dei progetti ammessi, pertanto dalle numeriche delle imprese potenzialmente contattabili.

⁷ Le estrazioni sono state realizzate a cura della Consulenza statistico attuariale dell'INAIL.

⁸ Vale la pena qui ricordare che la valutazione di impatto si è concentrata sul Bando 2013 e nell'ambito di esso, su specifici interventi (si veda i Capitoli da 8 a 11).

Tabella 1. – I Bandi ISI del caso studio

Bandi ISI	Stanziamiento complessivo (in euro)	Misura del contributo	Contributo massimo erogabile (in euro)	Tipologia di progetto
2013	307.359.000	65%	130.000	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento • Adozione di modelli organizzativi e di resp. sociale • Sostituzione o adeguamento attrezzature di lavoro
2014	267.427.404	65%	130.000	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento • Adozione di modelli organizzativi e di resp. sociale
2015	276.269.986	65%	130.000	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento • Adozione di modelli organizzativi e di resp. sociale • Bonifica da amianto

Nell'ambito dei tre bandi, inoltre, sono state selezionate specifiche tipologie di intervento, individuate sia per le loro finalità prevenzionali, sia per l'adeguatezza delle numeriche potenzialmente raggiungibili, sia infine per la possibilità di arricchire le informazioni considerando altre banche dati⁹.

La scelta metodologica rifletteva l'interesse a considerare e confrontare imprese simili, caratterizzate da condizioni iniziali osservabili omogenee (autoselezione, partecipazione alla selezione operata dal *click-day* e intervento opzionato) garantendo la massima efficienza possibile alla rilevazione. Gli ambiti di intervento identificati per lo studio (Tabella 2) riguardavano quattro tipologie d'investimento per l'acquisto o la sostituzione di macchine per l'eliminazione o riduzione di rischi per la salute (movimentazione manuale dei carichi, rumore, vibrazioni meccaniche) o rischi per la sicurezza (caduta nei lavori in quota); cinque tipologie d'investimento destinate a progetti per il contrasto delle principali cinque cause di infortunio per settore/territorio (ferita o taglio con oggetti appuntiti o taglienti; ferita per contatto con materiale duro o abrasivo; sforzo fisico a carico del sistema muscolo-scheletrico; caduta del lavoratore dall'alto; urto o collisione con oggetto in movimento, inclusi i veicoli).

Nella strategia di campionamento si è stabilito di raggiungere tre campioni rappresentativi dei relativi universi stratificando in base alle due grandi classi di intervento citate (1. abbattimento del rischio; 2. cause di infortunio) ed alla dimensione aziendale (1-10 addetti; oltre 10 addetti), ritenendo plausibile una disomogeneità di comportamento tra imprese piccole e grandi¹⁰.

⁹ Vale qui la pena ricordare che i Bandi ISI sono una politica complessa in cui l'obiettivo generale di incentivazione è articolato in numerose misure specifiche, attraverso differenti assi di finanziamento e diverse tipologie di intervento. Riguardo alle numeriche si ritiene utile evidenziare che i dati INAIL di monitoraggio dei progetti ammessi e non ammessi sono stati sostanziali nella puntualizzazione del caso studio: partendo dalle numeriche disponibili, riferite alla popolazione delle imprese liquidate, è stato possibile prevedere che gli interventi opzionati avrebbero verosimilmente consentito di raggiungere un campione di rispondenti rappresentativo dell'universo, tenuto conto delle stime di imprese rispondenti e non rispondenti rispetto alle imprese complessivamente contattate.

¹⁰ La stratificazione basata sulla variabile dimensionale (1-10 addetti e più di 10 addetti) è stata dettata dalla necessità di effettuare un campionamento che fosse idoneo a rappresentare i criteri di selettività del bando (il quale, come più volte rappresentato, è rivolto ad attrarre prevalentemente imprese di piccole dimensioni e a maggior rischio).

Tabella 2. – Le tipologie di intervento del caso studio

ISI 2013	ISI 2014	ISI 2015
Movimentazione manuale dei carichi – movimenti e sforzi ripetuti	Acquisto di macchine per l'eliminazione e/o riduzione del rischio legato alla movimentazione manuale di carichi che comportano rischi di patologie da sovraccarico biomeccanico per i lavoratori)	Eliminazione e/o riduzione del rischio legato alla movimentazione manuale di carichi che comportano rischi di patologie da sovraccarico biomeccanico per i lavoratori
Rumore	Riduzione del rischio rumore, per valori di esposizione iniziale superiori al valore inferiore di azione, mediante la sostituzione di macchine con altre a minore potenza sonora	Riduzione del rischio rumore, per valori di esposizione iniziale superiori al valore inferiore di azione, mediante la sostituzione di macchine con altre che presentano un livello continuo equivalente di pressione sonora ponderato A (Laeq) e un livello di potenza sonora ponderata A (LWA) inferiori
Vibrazioni trasmesse al corpo intero	Riduzione del rischio derivante da vibrazioni meccaniche, per valori di esposizione iniziale superiori al valore di azione, mediante la sostituzione di macchine con altre che producono minori livelli di vibrazione	Riduzione del rischio derivante da vibrazioni meccaniche, per valori di esposizione iniziale superiori al valore di azione, mediante la sostituzione di macchine con altre che producono minori livelli di vibrazione
Vibrazioni al sistema mano braccio		
Caduta del lavoratore dall'alto (impalcatura, scala, sedia)	Caduta del lavoratore dall'alto (impalcatura, scala, sedia)	Riduzione del rischio legato alla caduta dall'alto nei lavori in quota mediante acquisto e installazione permanente di ancoraggi destinati e progettati per ospitare uno o più lavoratori collegati contemporaneamente e per agganciare i componenti di sistemi anti caduta
	Acquisto di macchine per la riduzione del rischio di caduta nei lavori in quota	
Ferita o taglio con oggetti appuntiti o taglienti	Ferita o taglio con oggetti appuntiti o taglienti	Riduzione del rischio di infortunio da Ferita o taglio
Ferita per contatto con materiale duro o abrasivo	Ferita per contatto con materiale duro o abrasivo	
Sforzo fisico a carico del sistema muscolo-scheletrico	Sforzo fisico a carico del sistema muscolo-scheletrico	
Urto o collisione con oggetto in movimento, inclusi i veicoli	Urto o collisione con oggetto in movimento, inclusi i veicoli	
		Riduzione del rischio di infortunio da elettrocuzione

Per l'universo delle liquidate, a partire dalla popolazione di riferimento (3.871 imprese), è stato estratto un campione composto dal 64,9% di aziende 1-10 addetti e dal 35,1% di aziende oltre i 10 addetti. Sulla base di ciò è stato possibile identificare un campione speculare, rappresentativo delle imprese non ammesse¹¹.

La dimensione campionaria è stata calcolata in modo da garantire un livello di errore del 3% con probabilità del 95%. Le numerosità specifiche degli strati sono state calcolate in modo da rispettare la stessa allocazione dell'universo. Si è pervenuti ad un piano di campionamento casuale stratificato particolare detto "piano di allocazione proporzionale", il quale risulta auto ponderante.

In fase di somministrazione non è stato tuttavia possibile rispettare pienamente la stratificazione, a causa del numero ridotto di imprese rispondenti con meno di 10 addetti, campionate tra le liquidate; per tale ragione si è stabilito di non rispettare la stratificazione dimensionale neppure tra le imprese non ammesse. È invece stata rispettata la rappresentatività di tutti e tre i campioni raggiunti.

Nell'analisi dei dati emersi dalle rilevazioni, come sottolineato in letteratura, la possibilità di generalizzarne le conclusioni non dipende esclusivamente dalla rappresentatività statistica del campione dei consultati, dipende piuttosto dalla correttezza che ha guidato le scelte metodologiche nella composizione del campione e dalla correttezza dell'informazione ottenuta (La Spina & Espa, 2011). Poiché le indagini campionarie possono incorrere in numerose fonti di errore, le strategie più idonee a conte-

¹¹ Campione caratterizzato da una probabilità di ricevere il trattamento simile a quella del campione delle liquidate, al netto delle imprese che hanno avuto accesso al contributo in altre annualità dello strumento ISI.

nerli sono rappresentate da alcuni accorgimenti indispensabili, quali: impostare il disegno dello studio su criteri rigorosi, definire un piano di campionamento casuale e rappresentativo degli universi, realizzare test pilota e individuare modalità di rilevazione idonee a restituire risultati validi.

Nella elaborazione di “In-ISI” si sono adottati tutti gli accorgimenti sopra richiamati, onde poter costruire un buon questionario. Nel capitolo che segue si procede pertanto a descrivere dettagliatamente la finalità della *survey* e l’impianto dei tre questionari strutturati.

4.3. I questionari

La *survey* è stata elaborata per indagare *ex post* la percezione delle imprese su tre ambiti: 1. lo strumento “Bando ISI”, 2. l’incentivo “ISI”, il sistema di incentivi concorrenti e alternativi; 3. il grado di maturità organizzativa in materia di salute e sicurezza. Al fine di osservare, descrivere, spiegare e comparare i comportamenti messi in atto, le opinioni espresse, il sistema di norme e valori osservato, ciascuno dei questionari è stato composto da tre macrosezioni comuni ai tre *target*.

La prima sezione è funzionale ad acquisire informazioni relative al processo amministrativo-gestionale dei bandi, con l’obiettivo generale di completare le analisi realizzate sul tema attraverso interviste e *focus group* con i responsabili dello stesso. Tramite 21 domande sono approfonditi gli aspetti connessi alla promozione e conoscenza del bando, al suo funzionamento, alle motivazioni e modalità della partecipazione, alla candidatura ed alle eventuali criticità delle fasi tecnico-amministrative successive al *click-day*; sono inoltre raccolti i giudizi sulla procedura di finanziamento.

La seconda sezione focalizza l’attenzione, attraverso 14 domande, sulla propensione all’utilizzo dell’incentivo, sulla realizzazione (o meno) dell’intervento, sulle criticità finanziarie, sulle modalità di ricorso al credito e sulla capacità di accesso; sulla conoscenza del sistema di incentivi alternativi e/o concorrenti e sul ricorso ad essi; sulle motivazioni e le dinamiche della non partecipazione (i quesiti sono rivolti specificatamente alle imprese non partecipanti); sui fabbisogni reali, sul ruolo del dinamismo delle imprese nell’autoselezione, sull’adeguatezza dello strumento (riferita al volume di risorse a fondo perduto finanziate); sull’ammodernamento degli asset fisici, l’efficienza e la crescita produttiva, sugli effetti dell’investimento percepiti e sull’addizionalità della misura.

La terza sezione ha lo scopo di indagare e misurare, mediante un indice sperimentale sintetico pesato, tutte le dimensioni che contribuiscono a determinare il livello di salute e sicurezza dei tre *target* attraverso variabili rilevanti riferite a quattro macrotematiche (*vision*; coinvolgimento delle figure; formazione/informazione; gestione) analizzate in termini di conoscenza e attuazione. Le 24 domande poste rappresentano un esercizio volto a fornire una misura sintetica di un fenomeno non osservabile dai dati e per sua natura complesso (il grado di maturità organizzativa nella gestione della salute e sicurezza), pervenendo ad acquisire una fotografia dei tre *target* utile ad analizzare quanto conoscono e quanto applicano la disciplina della salute e sicurezza nei quattro ambiti, se e quanto investono nel miglioramento continuo delle condizioni di salute e sicurezza e quali eventuali differenze sistematiche si osservano.

La costruzione delle categorie concettuali si è basata sull'esplorazione rigorosa della letteratura e sul confronto dinamico con il gruppo di ricerca. Ciò ha consentito di delineare le aree di maggiore interesse¹² nonché di definire mappe concettuali utili all'individuazione delle relazioni esistenti tra le diverse dimensioni approfondite.

I tre questionari rispecchiano le specificità dei tre *target* e garantiscono la comparabilità delle informazioni¹³. La maggioranza degli *items* è costituita da domande chiuse politomiche e da scale verbali a 4 o 5 punti, ma sono presenti alcuni items a risposta multipla ed altri a risposta aperta.

Più nel dettaglio nella prima sezione si è chiesto/sono state chieste:

- il canale attraverso cui si è venuti a conoscenza della misura;
- chi ha proposto l'eventuale possibilità di utilizzare il contributo;
- l'eventuale partecipazione agli eventi informativi dedicati alla promozione del bando;
- la chiarezza e la finalità degli incentivi promossi attraverso i bandi isi;
- il grado di soddisfazione sugli aspetti procedurali;
- il grado di utilizzo e le caratteristiche del supporto alla partecipazione fornito dall'Istituto;
- le motivazioni della partecipazione;
- l'eventuale necessità di supporto tecnico alla partecipazione da parte di figure interne o esterne all'azienda;
- le modalità di elaborazione del progetto di intervento;
- la documentazione tecnico amministrativa per l'ammissibilità o per la rendicontazione che ha costituito maggiori oneri e/o difficoltà.

Nella seconda sezione sono stati posti quesiti, come anticipato, utili a stimare il grado di soddisfazione e il grado di addizionalità dell'intervento, quali:

- l'impresa ha realizzato l'intervento in assenza del contributo?;
- cosa avrebbe fatto l'impresa liquidata in assenza del contributo?;
- la propensione alla conformità;
- la relazione tra aspettative ed effetti;
- le ricadute dell'intervento sulla produttività;
- la disponibilità economica, il ricorso al credito;
- l'eventuale aumento, a seguito della partecipazione, degli importi abitualmente destinati agli investimenti in sicurezza;
- la conoscenza, l'opinione, il ricorso ad altri incentivi, le ricadute sulla salute e sicurezza;
- la conoscenza dei Bandi ISI (il quesito è stato rivolto alle imprese non partecipanti);
- il sistema dei bisogni;
- le motivazioni della non partecipazione.

Nella terza e ultima sezione sono state poste, infine, domande su:

- le eventuali ispezioni e prescrizioni cui ottemperare;
- l'adozione di sistemi di gestione anche non certificati;

¹² ... integrando gli elementi informativi di interesse per la comunità scientifica (ad es. aspetti della addizionalità della misura) e per la comunità attuativa e operativa (ad es. aspetti inerenti la procedura).

¹³ La formulazione delle domande nei tre questionari presenta una coerenza finalizzata a garantire la confrontabilità di tutti i dati raccolti.

- la visione della gestione della salute e sicurezza sul lavoro;
- le modalità di attuazione della prevenzione dei rischi;
- il documento di valutazione dei rischi (DVR);
- le azioni prioritarie per la riduzione dei rischi;
- le determinanti dell’infortunio e le azioni conseguenti;
- il coinvolgimento dei lavoratori e delle figure del sistema di prevenzione (rappresentante dei lavoratori per la sicurezza, medico competente, responsabile del servizio di prevenzione e protezione);
- le modalità efficaci di trasferimento delle conoscenze sui rischi;
- le modalità informative e formative;
- la propensione all’investimento nel miglioramento della salute e sicurezza nel lungo periodo (al netto di quelli realizzati mediante l’incentivo ISI);
- le modalità di attuazione del miglioramento;
- la priorità delle misure;
- le procedure operative;
- la gestione delle emergenze.

Prima di procedere alla rilevazione i tre questionari sono stati sottoposti ad una revisione estesa. Ciò ha consentito di verificare la validità dello strumento esaminando la coerenza della successione logica dei temi trattati, anche all’interno degli eventuali differenti percorsi e salti previsti dalle domande filtro per le tre tipologie di rispondenti, la comprensibilità, chiarezza, congruità, appropriatezza ed esaustività delle domande formulate, i tempi medi di somministrazione, utili a garantire un adeguato setting di rilevazione pur in presenza di un numero di items elevato. In particolare, sul blocco dei quesiti posti nella terza macro-sezione è stato realizzato un pre-test su un piccolo gruppo di aziende e su un pull di lettori afferenti alla comunità scientifica ed esperti della materia.

Il test pilota sui tre questionari, volto a verificare l’integrazione tra i differenti blocchi del questionario e ad apportare le eventuali ulteriori correzioni, è stato effettuato su aziende liquidate e non ammesse, partecipanti al Bando 2016 e su un campione di imprese non partecipanti.

5. Risultati

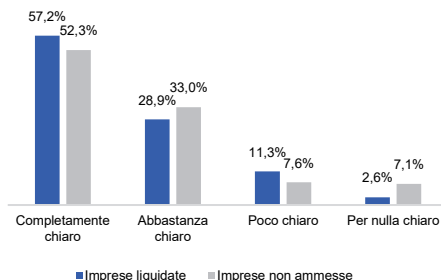
Si presentano di seguito le principali evidenze relative ai tre gruppi di imprese considerati, attraverso una sintesi dei dati più rilevanti emersi dalle analisi effettuate. I grafici riportano dati primari attraverso valori percentuali mostrando differenze negli andamenti¹⁴.

I quesiti posti nei primi grafici presentati (D3 e D4) intendono monitorare la consapevolezza delle imprese beneficiarie e non beneficiarie circa la finalità degli aiuti

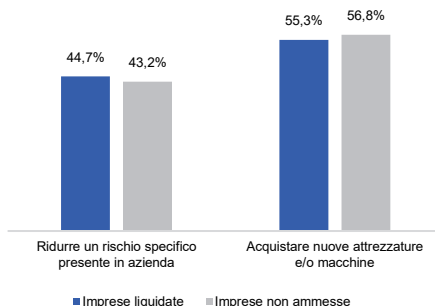
¹⁴ Si ritiene utile ricordare che i dati rappresentano sempre quantità sintetiche di fenomeni osservati e misurati con riferimento a campioni, e che “di per sé non producono conoscenza”. Essi devono essere corredati da una serie di meta informazioni necessarie alla interpretazione e devono essere volti a garantire un’azione di divulgazione trasparente e chiara, oltre ad una qualità generale delle informazioni (La Spina & Efisio, 2011).

INAIL, indagando quanto sia chiaramente percepito l'obiettivo degli incentivi ISI, nonché approfondendo le motivazioni della partecipazione (D13).

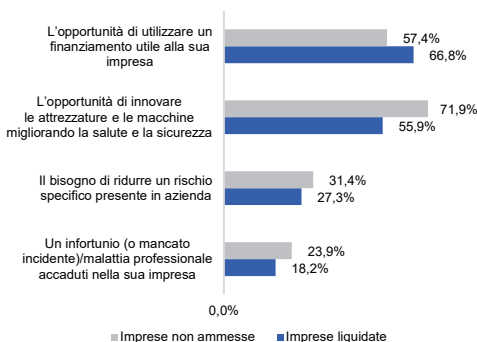
D.3 Ritiene chiaro l'obiettivo degli incentivi promossi da INAIL attraverso i bandi ISI?



D.4 Secondo lei l'obiettivo dei bandi ISI è assegnare aiuti finanziari finalizzati a:



D.13 La motivazione a partecipare a ISI è stata dovuta a...? (max 2 risposte)

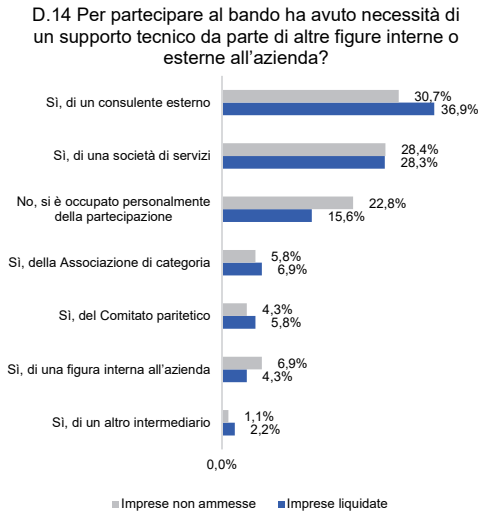


Più dell'85% delle rispondenti ha riferito di ritenere "completamente e abbastanza chiaro" l'obiettivo promosso attraverso i Bandi ISI, indicando tuttavia come primario (>55% di entrambi i target) "l'acquisto di nuove attrezzature e/o macchine", rispetto all'obiettivo più puntuale di "ridurre un rischio specifico presente in azienda". Nel Grafico D13 l'ordine di priorità fornito rivela inoltre che, nella percezione delle imprese, il bando serva prevalentemente ad innovare (opzione selezionata da una quota significativa di imprese non ammesse, pari al 71,9%) ed a fornire un'opportunità di sostegno economico alle attività d'impresa (opzione selezionata da una quota altrettanto significativa di imprese liquidate, pari al 66,8%).

I temi centrali cui si rivolge la misura (ridurre un rischio specifico aziendale, soprattutto, ma anche intervenire sugli infortuni, mancati incidenti o malattie professionali) rimangono sullo sfondo.

Questi dati lasciano emergere, se integrati con altri che verranno mostrati più avanti nel testo, come la misura intervenga sostanzialmente su un duplice fallimento del mercato: il sotto investimento nel rinnovamento degli *asset* fisici da parte degli operatori economici e la restrizione del credito dovuta al *credit crunch*.

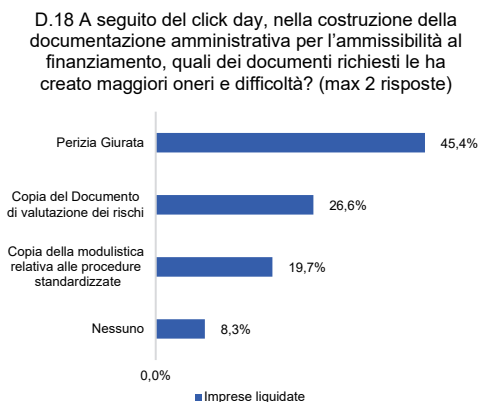
Relativamente alle dinamiche partecipative e necessità di supporto, il Grafico D.14 evidenzia il ruolo preponderante delle consulenze e delle società di servizi, il quale supera ampiamente quello degli Enti, delle associazioni di categoria e dei comitati paritetici, mostrando altresì un primo effetto collaterale inatteso del bando: aver creato un indotto di *expertise*.



Il grafico inoltre mette in luce la maggiore tendenza alla partecipazione autonoma delle imprese non ammesse, fatto che potrebbe incidere su alcuni aspetti critici osservati nel target, descritti successivamente.

Rispetto ad entrambe le evidenze si ritiene utile approfondire la conoscenza dei meccanismi del supporto fornito sin dalle fasi precedenti il *click-day*, attraverso focus group da realizzare nelle future attività di studio.

Il grafico che segue (D18) offre preziose informazioni inerenti alla documentazione tecnica e/o amministrativa richiesta dal procedimento a seguito dell'ammissione, ove percepita come particolarmente onerosa da acquisire.

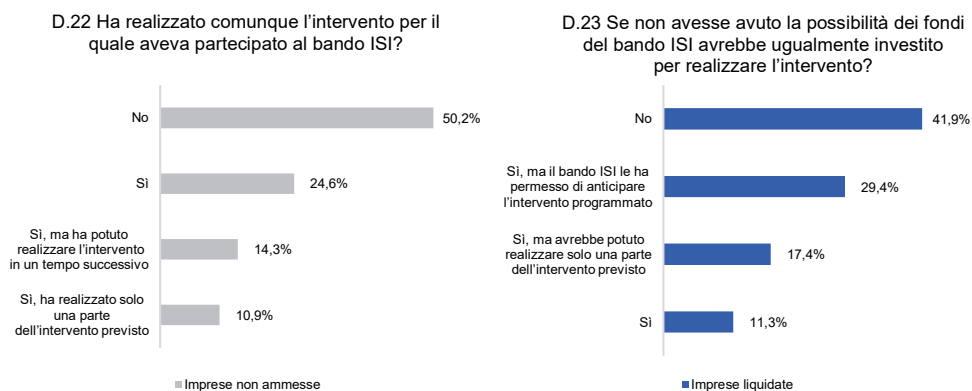


In primo luogo, è stata definita tale la perizia giurata, documento non più richiesto dai Bandi ISI più recenti poiché sostituito dalla perizia asseverata, in ottica di semplificazione.

Il dato conferma quanto emerso dall'analisi dell'implementazione che ha preceduto la *survey*: una *governance* della misura fortemente attenta al miglioramento continuo dello strumento basato su un approccio dell'apprendimento di tipo *learning process*, volto a innovare lo strumento bando a partire dalle criticità emerse dal monitoraggio delle edizioni precedenti.

Il dato che desta maggiore interesse, tuttavia, riguarda gli oneri e le difficoltà attribuite al documento di valutazione dei rischi ed alla modulistica relativa alle procedure standardizzate¹⁵, ovvero ai due documenti che la norma mette a disposizione delle imprese come adempimento primario funzionale ad individuare e mettere in atto le misure per il contenimento dei rischi, a seconda della dimensione aziendale.

Il tema è di interesse perché induce a ipotizzare che, nonostante rappresentino entrambi documenti essenziali ai fini della gestione della salute e sicurezza aziendale, seppur redatti e disponibili non siano adeguati; l'osservazione consente dunque di postulare che la stessa partecipazione ai bandi rafforzi l'adeguamento alla conformità delle imprese, il che rappresenta un risultato collaterale di valore.



I Grafici D.22 e D.23 riportano gli esiti di due domande poste in ottica controfattuale con l'obiettivo di comprendere l'efficacia della misura, analizzando l'addizionalità percepita dalle imprese e osservando gli effetti sulla capacità di investimento determinati dalla partecipazione. La metà (50,2%) degli intervistati non ammessi ha segnalato un'addizionalità totale dichiarando di non aver realizzato l'intervento in assenza del finanziamento; la restante metà (49,8%) ha invece segnalato un'addizionalità

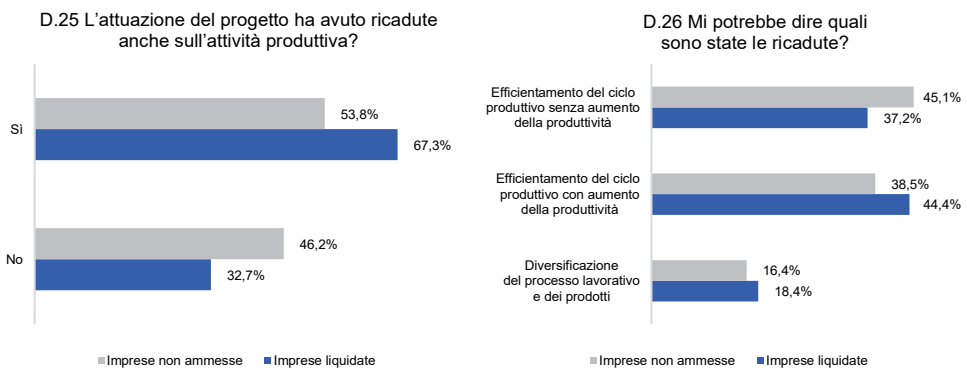
¹⁵ Le procedure standardizzate sono un documento semplificato e già strutturato per la valutazione dei rischi, per le imprese che occupano fino a 10 lavoratori o fino a 50 salvo le esclusioni previste dal testo Unico. Queste imprese possono effettuare la valutazione dei rischi utilizzando le procedure standardizzate approvate dalla Commissione Consultiva Permanente e pubblicate con Decreto Interministeriale del 30 novembre 2012.

parziale, affermando di aver attuato comunque l'intervento, sebbene posticipando l'investimento (14,3%) o realizzandone solo una parte (10,9%).

Le evidenze sul grado di addizionalità trovano conferma anche nelle affermazioni delle imprese trattate, cui è stata posta la medesima domanda per comprendere come avrebbero agito nell'ipotesi di assenza del contributo: il *target* ha fornito infatti risposte simili, mostrando complessivamente un comportamento analogo. Vale tuttavia la pena segnalare che tra le imprese liquidate il grado di addizionalità totale diminuisce, poiché una percentuale inferiore di esse (41,9%) ha dichiarato che non avrebbe ugualmente investito per realizzare l'intervento mentre, rispetto alla numerosità di quante lo avrebbero comunque realizzato (58,1%), una quota maggiore (29,4%) ha specificato che il finanziamento ISI ha consentito di anticipare l'intervento programmato e una quota più esigua (17,4%) che il contributo ISI ha consentito di realizzare un progetto più ampio investendo un importo superiore.

Entrambi i dati evidenziano un effetto di spinta dei Bandi ISI nel promuovere l'incremento continuo dei livelli di salute e sicurezza incoraggiando gli investimenti sul campo, così necessari ad affrontare alcune delle criticità più rilevanti osservate tra le pmi; i medesimi dati segnalano inoltre un effetto di accelerazione temporale piuttosto presente.

In termini di fattori determinanti per la competitività aziendale le informazioni rilevate dai due grafici che seguono (D25 e D26) confermano l'esistenza di quella che può essere definita "un'economia della salute e sicurezza", in quanto mostrano come realizzare progetti volti al miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza comporti un miglioramento sostanziale delle grandezze rappresentative dell'efficienza produttiva, con riflessi positivi sull'aumento della produttività (maggiori per il *target* delle imprese liquidate) e sulla diversificazione del processo lavorativo e dei prodotti.



Quanto emerso nei termini di effetti percepiti degli investimenti è ampiamente sostenuto anche dalle evidenze quantitative acquisite dai partners di progetto, in particolare dall'unità operativa del Dipartimento Studi Giuridici ed Economici dell'Università Sapienza di Roma la quale, tra le altre analisi effettuate con il supporto dei dati di bilancio Aida, ha approfondito e calcolato la *total factor productivity*: poiché i Bandi ISI analizzati prevedono l'acquisto di materiali tangibili, tra gli obiettivi della valutazione di impatto realizzata vi è stato quello di verificare se, grazie alla partecipazio-

ne, le imprese beneficiarie avessero raggiunto anche effetti indiretti di *second round*, in particolare sulla produttività del lavoro e sulla produttività degli asset fisici (produttività totale dei fattori), nonché se avessero migliorato altre variabili di performance quali sopravvivenza, solidità aziendale, capacità di resilienza e redditività. Le analisi hanno confermato una maggiore sopravvivenza e solidità delle imprese liquidate.

Si tratta di elementi informativi importanti ai fini della conoscenza poiché, come noto, una parte sostanziale della valutazione *ex post* è proprio quella rivolta all'analisi delle conseguenze inattese, sia positive sia negative, rispetto agli *outputs* e *outcomes* previsti dalla *policy* e all'analisi degli eventuali effetti collaterali (ad es. su soggetti diversi dai destinatari o su ambiti contigui a quelli della *policy*). L'esame di entrambi gli aspetti può essere condotta sia in termini di contenuto che di processo di implementazione e rappresenta un "di cui" essenziale della valutazione, necessario a far emergere comportamenti non prevedibili dei diversi attori in campo e inaspettati fattori di causazione.

Parallelamente agli esiti emersi dalla valutazione di ISI, uno studio analogo¹⁶ realizzato su un altro regime di aiuto esplicitamente indirizzato a incrementare l'efficienza produttiva e la competitività delle imprese, attraverso investimenti negli asset fisici, ha dimostrato che gli interventi hanno determinato ricadute positive sulle condizioni di lavoro: l'effetto di miglioramento è stato collocato dalle imprese all'ottavo posto in una scala costituita da diciotto livelli di cambiamento¹⁷. Quanto evidenziato mostra l'esistenza di un binomio bidirezionale tra i due ambiti "salute e sicurezza" e "produttività" relativamente al quale sarebbe opportuno realizzare ulteriori approfondimenti.

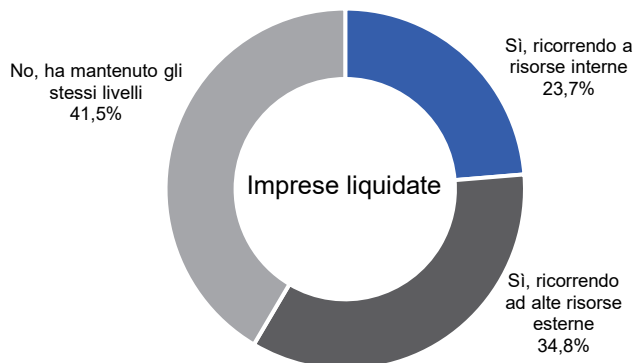
Ancora in riferimento all'analisi degli effetti della partecipazione sulla propensione a realizzare ulteriori investimenti, il dato che emerge dalle risposte al quesito D.30 introduce un ulteriore effetto di addizionalità generato dalla misura per una percentuale rilevante di imprese liquidate, pari al 58,5%: questa quota di aziende ha dichiarato infatti di aver aumentato gli importi abituali destinati agli investimenti in sicurezza sia ricorrendo a ulteriori risorse esterne, sia a risorse interne¹⁸. Anche per le imprese che hanno dichiarato di aver mantenuto i medesimi livelli di investimento precedenti l'intervento (41,5%) non può escludersi l'ipotesi che i benefici ottenuti con ISI abbiano rafforzato il convincimento dell'importanza di investire stabilmente in sicurezza: in altri termini, la *policy* potrebbe aver sedimentato la consapevolezza del ruolo degli investimenti in materia nell'attività di impresa, fino a renderli strutturali in azienda.

¹⁶ Lo studio di valutazione condotto sul regime di aiuto "Beni strumentali-Nuova Sabatini", come per "In-ISI", è stato realizzato attraverso survey campionaria integrata alle analisi di impatto volte a identificare *outcome* della misura, impatti inattesi ed effetti addizionali.

¹⁷ Si veda la Figura 6.17 "Effetti percepiti degli investimenti sull'impresa. Valori percentuali" riportata a p. 95 del Report citato. Per un ulteriore approfondimento si veda inoltre il Capitolo 6 del testo, dal titolo "Focus: Sono emersi elementi comuni tra la misura Beni Strumentali – Nuova Sabatini e la misura Bandi ISI?".

¹⁸ Si segnala che, per un controllo oggettivo dell'effetto e per poterlo qualificare come effetto netto unicamente attribuibile alla politica, fatti salvi i fattori di contesto, sarebbe necessario porre in più stretta connessione realizzazione e conseguenza e somministrare la stessa domanda anche alle imprese non beneficiarie; sarebbe inoltre di utilità approfondire la prospettiva temporale per determinare se l'effetto osservato afferisca all'area degli effetti di breve periodo ovvero a quella di medio-lungo periodo. In relazione al dato emerso e riportato si segnala inoltre che il rischio di un effetto spiazzamento non sussiste.

D.30 A seguito della partecipazione al bando, ha aumentato gli importi abitualmente destinati agli investimenti in sicurezza?



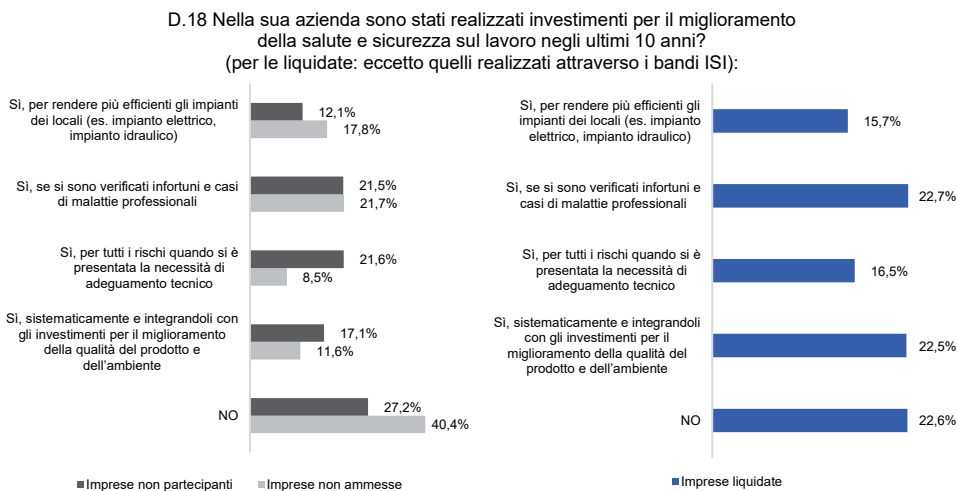
Il dato è stato ulteriormente approfondito nella terza sezione del questionario dedicata al “grado di maturità delle imprese”, pertanto vengono di seguito mostrati i risultati dei quesiti posti nel blocco dedicato alla gestione della salute e sicurezza. In particolare, l’analisi della propensione all’investimento nel lungo periodo ha mostrato elementi rilevanti (si veda il Grafico D.18), inerenti soprattutto il *target* delle imprese non ammesse: è molto significativa la quota di esse (oltre il 40%) che ha dichiarato di non aver realizzato, *negli ultimi 10 anni*, investimenti volti al miglioramento della salute e sicurezza del lavoro; peraltro tale percentuale sale al 58,2% ove si consideri anche la quota di quante hanno dichiarato di aver investito esclusivamente nell’efficienza degli impianti dei locali.

Rispetto a queste cifre la quota di imprese non partecipanti che ha affermato di non aver investito, nell’ultimo decennio, è decisamente inferiore, pari al 27,7%; la quota di imprese liquidate è ancora più bassa (pari al 22,6%). Questi due target hanno mostrato una maggiore propensione agli investimenti nel lungo periodo e una maggiore attenzione al miglioramento continuo delle condizioni di salute e sicurezza, indicando di aver investito per tutti i rischi quando si è presentata la necessità di adeguamento tecnico e di aver investito sistematicamente integrando gli investimenti con quelli per il miglioramento della qualità del prodotto e dell’ambiente (il 39% delle liquidate e il 38,7% delle non partecipanti). D’interesse anche il dato relativo alle imprese non partecipanti e liquidate (tra il 21,5 e il 22,7%) che hanno dichiarato di aver investito a seguito di infortunio e malattia professionale¹⁹.

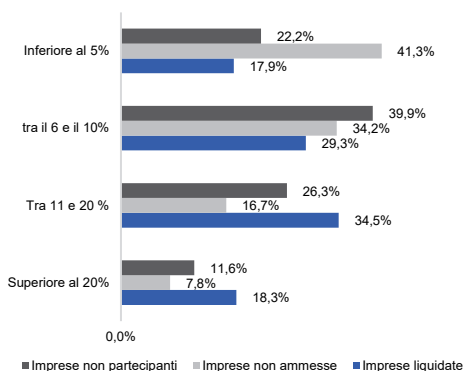
Il grafico che segue (D.19) rafforza l’evidenza mettendo in risalto una tendenza diffusa a dedicare agli investimenti percentuali di fatturato piuttosto ridotte (il 41,3% inferiore al 5% del fatturato, mentre il 24,2% una percentuale tra il 6% e il 10% del fatturato, più in linea con il comportamento degli altri due *target*).

¹⁹ Per comprendere la portata delle informazioni riportate si consideri che tra gli effetti della crisi economica che ha riguardato tutti i paesi competitivi dell’area euro negli anni 2007-2015, si è registrata una riduzione drastica degli investimenti in capitali fissi, sia ordinari sia per l’innovazione, contestuale ad un severo razionamento del credito.

Le informazioni trovano riscontro anche negli altri quesiti posti e precedentemente commentati: si pensi alle imprese non beneficiarie (50,2%) che hanno affermato di non aver realizzato l'intervento per il quale avevano presentato domanda di finanziamento; e si pensi nuovamente a quante di esse hanno invece realizzato l'intervento, ma in un tempo più dilatato (14,3%) o solo in parte (10,9%).



D.19 Mi vuole indicare quale è la percentuale annua di fatturato dedicata agli investimenti?



L'integrazione delle informazioni riguardanti le imprese non ammesse mostra una generalizzata minore capacità di impegnare fondi nel miglioramento dei livelli di salute e sicurezza, alla quale si aggiunge una non del tutto adeguata capacità di attuazione della salute e sicurezza, nonostante una buona conoscenza della norma (se ne parlerà più avanti nel testo, nel paragrafo dedicato a commentare le risultanze della sezione "il grado di maturità delle imprese"). Per un approfondimento si veda inoltre il Capitolo 7.

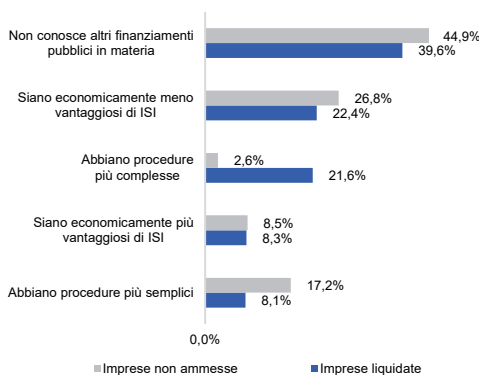
Il campione delle non ammesse appare anche meno prestante sia nella ricerca delle informazioni inerenti al sistema degli incentivi, sia nell'efficacia della partecipazione.

Relativamente a questi ultimi due punti e con l'obiettivo di approfondire il comportamento dei *target* sono stati posti quesiti utili a esaminare la conoscenza e l'utilizzo di finanziamenti pubblici alternativi e/o concorrenti, specificamente rivolti all'acquisto di attrezzature e macchine più sicure, nonché a quantificare la frequenza del ricorso ai Bandi ISI.

L'analisi del grado di conoscenza del sistema degli incentivi pubblici si è dimostrata utile ad arricchire le informazioni sul profilo delle imprese agevolate e non agevolate ed a fornire una fotografia sintetica della platea dei potenziali beneficiari. I dati (si veda il Grafico D.31) mostrano che porzioni rilevanti dei due gruppi di imprese (circa il 40% e il 45%, con prevalenza delle non ammesse) non conosce altri finanziamenti pubblici.

Dalla rilevazione emerge pertanto un difetto di informazione poiché, come si vedrà più avanti, la quota di imprese non partecipanti che ha dichiarato di non conoscere il sistema degli incentivi concorrenti e alternativi è piuttosto ridotta (22,5%) se confrontata alla quota degli altri due *target*.

D.31 Altri finanziamenti pubblici o di sgravio fiscale, pur non espressamente dedicati alla salute e sicurezza, riguardano l'acquisto di macchine e attrezzature più sicure. Relativamente ad essi lei ritiene che:

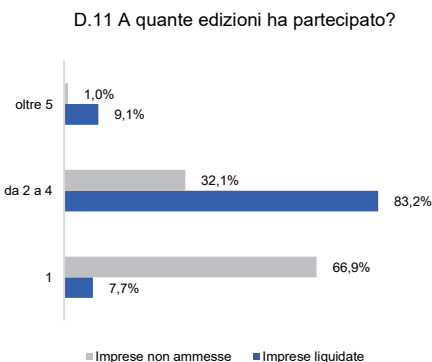
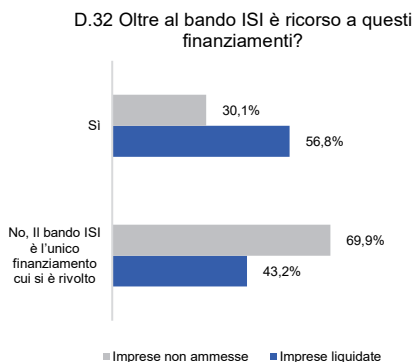


Tra coloro che ne hanno conoscenza, i giudizi sulla procedura cui fanno riferimento, ove posti in confronto con ISI, si configurano come positivi o negativi in modo antitetico, a seconda che siano espressi dalle imprese non ammesse ad ISI o dalle imprese ammesse. Tali giudizi appaiono in parte giustificati dall'esito stesso della partecipazione: mentre le imprese non ammesse esprimono un giudizio positivo sulle procedure degli incentivi concorrenti (il 17,2% le considera semplici), le imprese liquidate esprimono un giudizio negativo (il 21,6% le valuta "più complesse").

Entrambi i *target* con prevalenza per le liquidate (26,8% e 22,4%) ritengono meno vantaggiosi di ISI gli aspetti economici degli altri incentivi, concordando sul giudizio espresso²⁰. Nonostante ciò, la quota di imprese liquidate che ha dichiarato (D.32) di

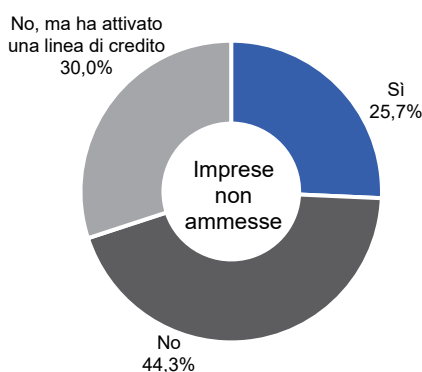
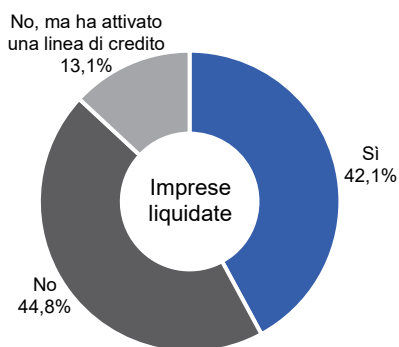
²⁰ In termini di proporzionalità si consideri che i Bandi ISI si caratterizzano nei fatti per una maggiore intensità di aiuto.

aver fatto ricorso ad incentivi concorrenti è sensibilmente superiore a quella delle imprese non ammesse (56,8% rispetto a 30,1%). La maggioranza di queste ultime ha mostrato inoltre di essersi rivolta esclusivamente ad ISI e di aver tentato una sola volta la partecipazione.



Un elemento centrale nella riflessione sulle caratteristiche delle imprese beneficiarie e non beneficiarie, riguarda l'analisi delle criticità finanziarie e/o delle possibilità di accesso al credito, accanto all'analisi della propensione e capacità dei target di investire autonomamente e/o di attrarre a sé aiuti. Sul tema sono state pertanto poste ulteriori domande *ad hoc*.

D.28 Al momento della presentazione della domanda, considerato che una parte dei costi del progetto è a carico dell'impresa e che il finanziamento INAIL viene concesso a completamento del progetto, aveva già la disponibilità economica necessaria?



I *target* mostrano differenze sia nella disponibilità finanziaria necessaria che nell'accesso al credito: il confronto con le imprese di controllo mostra criticità significativamente inferiori nelle imprese beneficiarie, le quali dichiarano un grado maggiore di possibilità economiche (42,1%) optando per il ricorso al credito in quota piuttosto ridotta (13,1%) rispetto alle imprese non trattate (25,7%). Queste ultime al contrario dichiarano di aver attivato una linea di credito in percentuali superiori (30%). Omogenee le quote di entrambi i target che hanno dichiarato una generale mancanza di risorse finanziarie.

5.1. Uno sguardo al profilo d'impresa del *target* "non partecipanti"

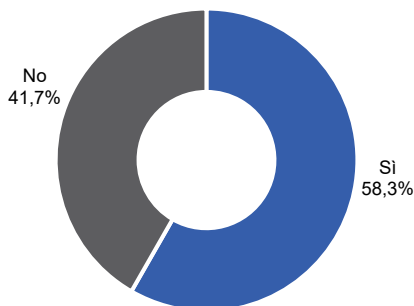
Prima di procedere alla descrizione dei dati più rilevanti emersi dal questionario si ritiene utile ricordare quali caratteristiche sono state considerate per il *target* di imprese non partecipanti nel disegno di campionamento (e nella nota metodologica predisposta): si è stabilito di estrarre dall'archivio INAIL i record relativi a tutte le imprese assicurate INAIL aventi caratteristiche dimensionali e di rischio conformi ai criteri di partecipazione disciplinati dai bandi (considerate dunque potenziali destinatarie della misura) che tuttavia non avevano partecipato ad alcuna edizione di ISI né provato ad autocandidarsi generando l'apposito *ticket* emesso dalla procedura on line nella prima fase.

Per questo gruppo di imprese, rispetto al quale erano naturalmente del tutto assenti i dati di monitoraggio, il macro-obiettivo del questionario elaborato ha riguardato la possibilità di identificare il profilo d'impresa del *target* osservandolo da diverse prospettive, a partire dall'esplorazione di eventuali differenze ricorsive o sistematiche osservabili rispetto agli altri *target*, adatte a circoscrivere le ragioni della mancata partecipazione.

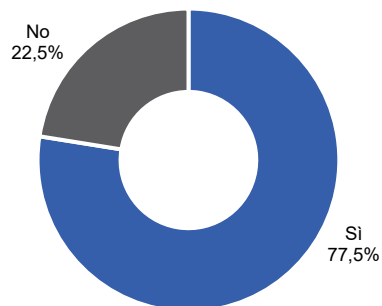
In primo luogo, si è inteso comprendere se il *target* avesse conoscenza dei Bandi ISI e in quale misura (D1); successivamente si è proceduto a sottoporre analoga domanda sul sistema degli incentivi considerati alternativi e concorrenti ad ISI ovvero che, pur non espressamente dedicati alla salute e sicurezza, fossero destinati all'acquisto di macchine e attrezzature più sicure.

I dati rilevati mostrano che a fronte di un 58,3% del campione che dichiara di conoscere lo strumento ISI, una quota altrettanto rilevante (41,7%) non lo conosce.

D.1 Conosce i bandi ISI "incentivi di sostegno alle imprese" per il miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza, emanati dall'INAIL?



D.2 Conosce altri finanziamenti pubblici o di sgravio fiscale che, pur non espressamente dedicati alla salute e sicurezza, riguardano l'acquisto di macchine e attrezzature più sicure?

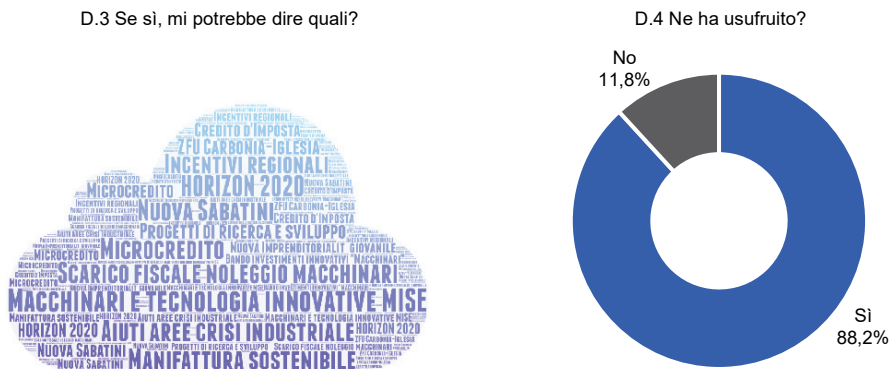


Di contro la percentuale di imprese che dichiara di conoscere altri finanziamenti pubblici o di sgravio fiscale dedicati all'acquisto di macchine e attrezzature aventi caratteristiche di sicurezza si mostra molto più alta (77,5%).

Questo primo binomio di informazioni consente di supporre che il *target* sia ben informato in materia di aiuti di stato. Quanto ipotizzato è approfondito qualitativamente attraverso una domanda aperta "se sì, mi potrebbe dire quali", della quale si riportano le risposte più ricorrenti, codificate nella figura che segue (D.3). Gli investimenti maggiormente nominati riguardano: macchinari e tecnologia innovativa Mise; Nuova Saba-

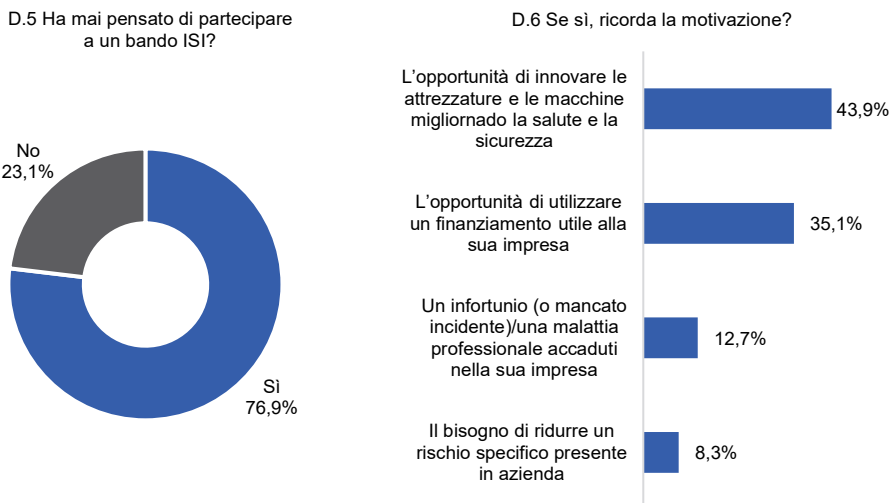
tini; scarico fiscale noleggio macchinari; incentivi regionali manifattura sostenibile; aiuti aree crisi industriale; progetti di ricerca e sviluppo; credito d'imposta; microcredito; ecc.

Il quesito posto successivamente intende approfondire se le aziende che conoscono questi incentivi rivolti a finalità diverse dal miglioramento delle condizioni di salute sicurezza del lavoro (ad es. finalizzati ad accrescere la competitività d'impresa) li abbiano anche utilizzati. Il Grafico D.4 mostra che un'ampia maggioranza di esse (l'88,2%) ne ha usufruito.



Attraverso domande filtro e salti logici si è proceduto ad osservare il sottogruppo di imprese che aveva dichiarato di conoscere i Bandi ISI (pari al 58,3% del campione) per coglierne l'eventuale interesse e per censirne bisogni e differenze che possano spiegare le motivazioni della mancata partecipazione.

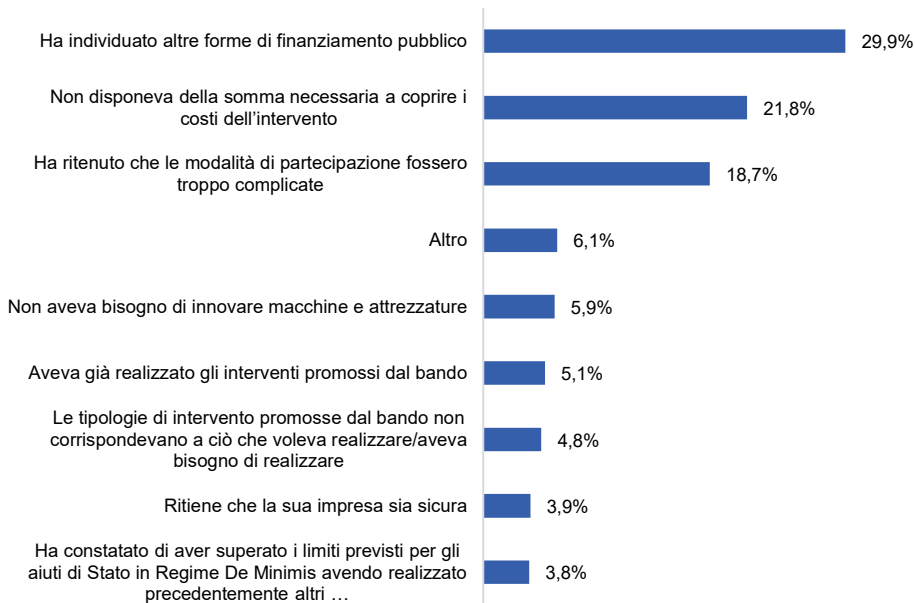
Relativamente al primo obiettivo, il 76,9% dichiara di aver avuto interesse a partecipare ad ISI (D.5) per le stesse motivazioni opzionate dagli altri due target, ovvero prevalentemente per innovare attrezzature e macchine e conseguentemente per poter accedere a forme di sostegno economico alle attività d'impresa (D.6).



Ciò nonostante, ha preferito non procedere con la partecipazione, per ragioni di diversa natura (D.19). La prima: “aver individuato altre forme di finanziamento pubblico” (la risposta prevale numericamente, 30%, su tutte le altre possibilità di opzione); la seconda: “non avere la disponibilità economica necessaria ad effettuare l’intervento” (21,8%); la terza: “giudicare complicata la procedura” (18,7%).

Le altre motivazioni (quali la mancata corrispondenza tra bisogni dell’impresa e opportunità promosse dai bandi o un’autovalutazione positiva del proprio livello di sicurezza o ancora l’aver già raggiunto la soglia prevista dal *de minimis*) sono state opzionate da un numero piuttosto ridotto di aziende (tra il 6% e il 4%).

D.19 Ricorda perché ha deciso di non partecipare al bando ISI?
Tra le seguenti motivazioni quale è stata prevalente?

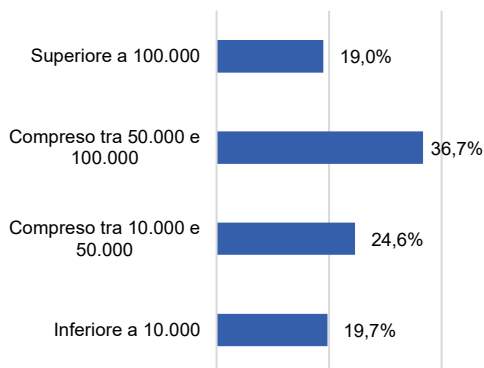


Il Grafico D.21 fornisce indicazioni inerenti alla tipologia di misure alternative e concorrenti cui si riferisce il sottogruppo di imprese (29,9%) che aveva manifestato di preferire ad ISI altre forme di finanziamento pubblico. Il Grafico D.23 offre una fotografia dell’ammontare medio dell’incentivo richiesto. Infine il Grafico D.24 conferma quanto precedentemente dibattuto circa la connessione bidirezionale osservata tra gli investimenti in salute e sicurezza e gli investimenti in innovazione: il sottogruppo di imprese rileva in modo unanime che l’investimento ha comunque avuto effetti diretti sul miglioramento di alcune dimensioni *osh*, consentendo di ridurre i rischi specifici del settore produttivo di appartenenza, di rivedere le procedure operative, di effettuare una nuova valutazione dei rischi, infine di garantire il contrasto degli infortuni o malattie professionali verificatisi in azienda.

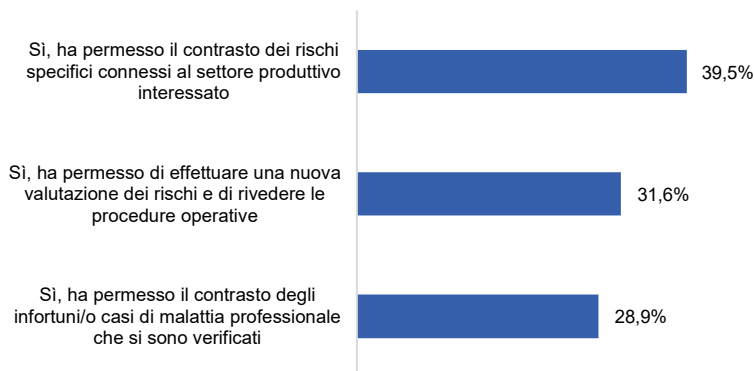
D.21 Se ha individuato altre forme di finanziamento pubblico, ricorda quali?



D.23 Ricorda a quanto ammontava il finanziamento pubblico di cui ha usufruito?



D.24 L'investimento ha avuto un effetto diretto sul miglioramento della salute e sicurezza del lavoro?



5.2. Il grado di maturità delle imprese

Come accennato nel paragrafo descrittivo dei questionari, l'ultimo blocco di quesiti, comune a tutti e tre gli strumenti, ha consentito di acquisire una fotografia dei tre campioni su: quanto conoscono e quanto applicano la salute e sicurezza del lavoro; se e quanto investono in sicurezza; se esistono differenze sistematiche tra i *target*.

Mediante quattro indici tematici pesati e un indice sintetico pesato, sono state misurate tutte le dimensioni che contribuiscono a determinare il livello di salute e sicurezza attraverso variabili rilevanti connesse a quattro macro tematiche (*vision*, gestione, formazione e informazione, coinvolgimento delle figure della sicurezza). A partire dai singoli indicatori tematici è stato calcolato l'indicatore sintetico composto con il quale si è fornita una rappresentazione quantitativa di un fenomeno complesso non direttamente misurabile: il grado di maturità conoscitiva e attuativa delle imprese afferenti ai tre campioni.

Grazie a questo esercizio è stato possibile individuare l'esistenza di differenze ri-

corsive tra i campioni che possono costituire una base di riflessione utile ad orientare maggiormente la misura di *policy* rispetto ai profili dei target e ai relativi fabbisogni osservati. Un esame puntuale di questo ambito del questionario, del disegno metodologico con cui è stato messo a punto e delle principali evidenze viene ampiamente descritto in un altro capitolo del volume. Si rimanda pertanto ad esso per un approfondimento del tema (si veda il Capitolo 7).

6. Focus: Sono emersi elementi comuni tra la misura Beni Strumentali – Nuova Sabatini e la misura Bandi ISI?

A fronte dei risultati emersi dalla survey “In-ISI” che indicano come il miglioramento complessivo della salute e sicurezza si accompagni anche ad effetti positivi percepiti sulla produttività, sulla propensione agli investimenti oltretutto a un certo grado di addizionalità della misura, si è voluto indagare se altre misure d’incentivazione, adottate con il primario obiettivo di sostenere la competitività, mostrassero un qualche grado di affinità con i Bandi ISI nel comportamento delle imprese.

Nell’ambito dell’ampio panorama degli incentivi per le imprese una misura di particolare rilievo è costituita dall’agevolazione Beni strumentali (“Nuova Sabatini”), messa a disposizione delle pmi dal Ministero delle Imprese e del Made in Italy, con l’obiettivo di facilitare l’accesso al credito delle imprese e di accrescere la competitività del sistema produttivo del Paese.

L’agevolazione sostiene gli investimenti per acquistare o acquisire in leasing macchinari, attrezzature, impianti, beni strumentali ad uso produttivo e hardware, nonché software e tecnologie digitali. Tra i beni materiali oggetto delle agevolazioni figurano beni strumentali il cui funzionamento è controllato da sistemi computerizzati o gestito tramite opportuni sensori e azionamenti che devono rispondere ai più recenti parametri di sicurezza, salute e igiene del lavoro e dispositivi per l’interazione uomo-macchina e per il miglioramento dell’ergonomia e della sicurezza del posto di lavoro in logica “4.0”.

L’aver espressamente indicato l’aderenza e il rispetto dei parametri di salute e sicurezza o l’adozione di specifici dispositivi per il garantirne il miglioramento nei luoghi di lavoro, pur non rappresentando l’obiettivo principale della misura, ha offerto un interessante occasione di confronto con i Bandi ISI. La disponibilità di una recente indagine di valutazione ha infine permesso di effettuare alcuni suggestivi confronti.

Nel 2020 Invitalia ha pubblicato un rapporto di valutazione con l’obiettivo di valutare gli impatti prodotti dal regime di aiuto, sia in termini di risultati che di effetti addizionali prodotti. Le metodologie d’indagine si sono basate su approcci di tipo qualitativo e su tecniche quantitative controfattuali nonché sul ricorso alla valutazione basata sulla teoria per la ricostruzione della teoria del cambiamento.

Una prima rilevazione è stata effettuata per la valutazione 2015-2016, mentre una seconda ha riguardato l’impatto del ciclo 2017-2018. La distinzione tra le due analisi è in misura prevalente dovuta al cambiamento relativo del ciclo degli investimenti in presenza di una sostanziale continuità della *policy* con l’introduzione solo di modifiche marginali.

La popolazione di riferimento dei beneficiari è rappresentata dalle imprese che hanno fatto domanda nell'ambito del ciclo di operatività 2015-2016 e che appartengono ai settori dell'industria in senso stretto e dei servizi di trasporto e magazzino, che rappresentano poco meno dell'80% delle domande complessivamente presentate nel ciclo di operatività 2015-2016. Sulla base di diversi filtri applicati alla platea dei beneficiari, per garantire robustezza al processo valutativo, la popolazione sulla quale è stato condotto lo studio è composta da 3.544 imprese beneficiarie (a cui è stato concesso il contributo) e da 87.773 imprese non beneficiarie.

L'indagine riferita al ciclo di operatività 2015-2016 è stata realizzata nel 2018 ed è stata condotta con metodologia Cawi (*Computer assisted web interviewing*). Il questionario è stato proposto su piattaforma *online*. È costituito da 3 macrosezioni rispettivamente rivolte a: tutte le imprese; solo le imprese beneficiarie; solo le imprese di controllo. La sezione rivolta alle sole imprese beneficiarie è costituita da tre parti: la prima dedicata a raccogliere i giudizi sulla procedura di accesso all'agevolazione; la seconda a rilevare gli effetti percepiti dell'investimento agevolato su una serie di grandezze economico-finanziarie (in linea con le domande valutative); la terza, infine, al tema dell'addizionalità della misura.

Sono state invitate a partecipare poco più di 22.500 imprese: 3.524 beneficiarie e 19.014 aziende di controllo. La rilevazione si è chiusa con la partecipazione di 5.100 imprese, di cui 1.511 aziende beneficiarie e 3.589 imprese di controllo.

In questa sede ci si è limitati a considerare solo gli aspetti di particolare rilievo e analogia con la *survey* "In-ISI", rimandando alla lettura del rapporto Invitalia per una disamina più approfondita delle metodologie applicate e dei risultati dello studio. Di interesse, ai fini dell'approfondimento di specie, la seconda sottosezione, nell'ambito della quale gli autori hanno chiesto alle imprese di quantificare gli effetti prodotti dall'investimento agevolato su un'ampia serie di grandezze. Per ciascuna domanda è stato possibile indicare un effetto nullo, un aumento/miglioramento o un forte aumento/miglioramento rispetto alla situazione precedente la realizzazione dell'investimento. Tra le grandezze considerate cinque di esse, come di seguito riportate, figurano anche nel questionario "In-ISI":

- il livello di efficienza produttiva;
- il numero di prodotti/servizi offerti (diversificazione);
- l'introduzione di nuovi processi produttivi e/o il sostanziale miglioramento di quelli preesistenti;
- la capacità produttiva (quantità di prodotti/servizi realizzabili);
- la propensione dell'impresa a realizzare ulteriori investimenti.

Nello strumento volto all'esame della Nuova Sabatini è stata inoltre considerata la grandezza riferita al miglioramento delle condizioni di lavoro (spazi di lavoro, sicurezza negli ambienti di lavoro, ecc.) la quale, naturalmente, ha rappresentato l'obiettivo principale della valutazione effettuata attraverso la *survey* INAIL. Rispetto alle suddette grandezze i risultati mostrano che, in un grande numero di casi, gli investimenti realizzati dalle imprese hanno comportato un miglioramento sostanziale dei processi produttivi, sia in termini di efficienza che di capacità produttive, un miglioramento della propensione a realizzare ulteriori investimenti, un ampliamento della diversificazione dei prodotti e dei servizi e un effetto positivo sulle condizioni di lavoro.

Come nella *survey* “In-ISI” anche nella rilevazione effettuata sulla Nuova Sabatini il grado di addizionalità dell’intervento è stato misurato attraverso una domanda posta alle imprese beneficiarie, cui si è chiesto di indicare cosa avrebbero fatto in assenza del contributo. I risultati mostrano che il 23,4% delle imprese avrebbe realizzato comunque l’intervento, ma in un periodo successivo, con un effetto dunque di accelerazione della tempistica; il 15,9% invece, in assenza del contributo, avrebbe realizzato un investimento per un importo inferiore (entrambi i casi mostrano dunque effetti di addizionalità parziale). Una quota significativa infine (il 56,1% delle imprese) avrebbe comunque realizzato l’investimento nello stesso periodo e per il medesimo ammontare.

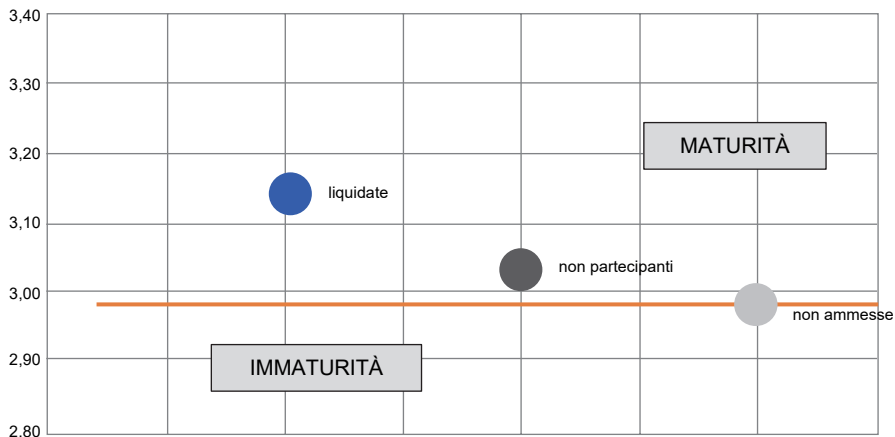
La valutazione dell’ultimo ciclo 2017-2018 mostra effetti ancora significativi su molte delle dimensioni di interesse, seppur con magnitudini sostanzialmente ridotte rispetto al ciclo 2015-2016.

7. Conclusioni

La *survey* ha mostrato che i Bandi ISI promuovono gli interventi di miglioramento in salute e sicurezza con effetto anticipatorio ed estensivo, rendendo possibile alle imprese l’attuazione di progetti più ampi. L’analisi dei dati ha anche mostrato che i Bandi ISI svolgono un ruolo di driver poiché promuovono l’aumento degli investimenti in materia e l’adeguamento alla conformità.

I valori dell’indice composito hanno segnalato inoltre un diverso grado di maturità per i tre *target*, maggiore per le imprese liquidate, mediano per le imprese non partecipanti e inferiore per le imprese non ammesse. Il grafico che segue (Figura 1) mostra le risultanze dell’indice sintetico: le liquidate si rivelano pienamente mature, le non partecipanti mature, mentre le non ammesse parzialmente mature.

Figura 1. – Indicatore della maturità dei tre cluster di imprese



Approfondendo la composizione dei singoli indici tematici si evince che il livello

di maturità è piuttosto omogeneo in relazione alle conoscenze dimostrate dai *target* e più variegato in relazione alla loro capacità di attuazione. In particolare, il comportamento dei tre cluster si differenzia in merito alla valutazione del rischio, al ruolo svolto dal rls, all'attuazione delle misure di prevenzione ed alle attività svolte per il miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza, soprattutto ove realizzato attraverso investimenti²¹.

Integrando quanto emerso puntualmente dagli indici tematici con quanto emerso più in generale dalla *survey*, la fotografia dei tre *target* può essere così riassunta:

- le imprese liquidate mostrano un maggior grado di maturità, un più intenso grado nella ricerca delle informazioni, maggiori capacità di organizzarsi nel sistema di partecipazione e una più spiccata propensione all'investimento;
- le imprese non ammesse mostrano una minore capacità di attuazione della salute e sicurezza, una minore capacità di investimento nel miglioramento, anche nel lungo periodo, una maggiore necessità di innovare macchine e attrezzature;
- le imprese non partecipanti mostrano un grado sufficiente di maturità organizzativa, una buona conoscenza del sistema degli incentivi disponibili e un diffuso utilizzo degli aiuti di stato, funzionale anche alla salute e sicurezza.

L'analisi integrata delle informazioni fornisce infine alcuni elementi di riflessione sul comportamento delle imprese, in particolare relativamente all'utilizzo degli strumenti di incentivazione. L'impiego degli incentivi ISI, ma anche degli incentivi concorrenti e/o alternativi, per le imprese beneficiarie è sistematicamente maggiore rispetto alle non beneficiarie; risulta elevato anche per le imprese non partecipanti, ma queste mostrano di prediligere gli incentivi concorrenti.

L'insieme dei dati emersi riconduce l'attenzione sull'importanza delle variabili comportamentali di dinamismo (la ricerca degli aiuti, l'investimento, l'innovazione) connessi in parte ad aspetti alla base dell'autoselezione. Riflette inoltre l'importanza di approfondire ulteriormente la conoscenza dei profili delle imprese destinatarie della misura di *policy*.

Come afferma Claudio Torrigiani in un testo cardine della valutazione «la valutazione è in primo luogo riflessione. Lo scopo fondamentale di questo esercizio di riflessione è conseguire un apprendimento. La conoscenza utile per la decisione e l'azione non è solo quella scientifica, ma anche quella prodotta dagli attori in situazione e nella situazione» (Torrighiani, 2010). Con questo valore posto alla base dello studio svolto è stata interamente condotta la *survey*, approntata con l'obiettivo di offrire uno specifico contributo al miglioramento continuo del processo di implementazione e degli interventi promossi dai Bandi ISI per orientarne il disegno in funzione dei bisogni concreti delle imprese.

²¹ Come è stato approfondito nel capitolo dedicato al grado di maturità delle imprese, questo blocco di quesiti può contribuire a rafforzare le evidenze di impatto in quanto può essere utile a verificare se, a parità di altre condizioni, il livello di maturità delle organizzazioni svolga un ruolo determinante nella partecipazione ai Bandi ISI; inoltre, può fungere da variabile di condizionamento per misurare eventuali impatti *ex post* differenziati in base al valore di maturità iniziale e può fungere da variabile di *outcome* per misurare se, rispetto al pre intervento, si possano osservare modifiche del livello di maturità legate all'intervento finanziato. Naturalmente affinché ciò si realizzi l'esercizio dovrà essere ripetuto in successive *survey* ed adottato in due momenti distinti della valutazione, ovvero sia *ex ante* sia *ex post*.

8. Bibliografia

- AA.VV. (2003). *Misurare la qualità: il questionario*. Regione Emilia Romagna, Agenzia Sanitaria Regionale, Dossier n. 88.
- AA.VV. (2006). *Valutazione in azione*. Franco Angeli, Milano.
- Acemoglu, D. & Autor, D. (2011). Skills, tasks and technologies: Implications for employment and earnings. *Handbook of labor economics* (Vol. 4, pp. 1043-1171). Elsevier.
- Bailey, K.D. (2006). *Metodi della ricerca sociale*. Il Mulino, Bologna.
- Bezzi, C., Cannavò, L. & Palumbo M. (2010). *Costruire e usare indicatori nella ricerca sociale e nella valutazione*. AIV, Franco Angeli, Milano.
- Bichi, R. (2007). *La conduzione delle interviste nella ricerca sociale*. Carocci, Roma.
- Bradburn, N.M., Sudman, S. & Wansink, B. (2004). *Asking Questions: the definitive guide to questionnaire design – for market research, political polls, and social and health questionnaires*. John Wiley and Sons.
- Castaldo, A. (2020). Strumenti pubblici per l'accesso alle PMI. In Amatori F. & D'Alberti M. (a cura di), *L'impresa Italiana*, vol. II, 171-184.
- Cardano, M. (2011). *La ricerca qualitativa*. Il Mulino, Bologna.
- Champoux, D. & Brun, J.P. (2003). Occupational health and safety management in small size enterprises: an overview of the situation and avenues for intervention and research. *Safety science*, 41(4), 301-318.
- Christian, M.S., Bradley, J.C., Wallace, J.C. & Burke, M.J. (2009). Workplace safety: a meta-analysis of the roles of person and situation factors. *Journal of applied psychology*, 94(5), 1103.
- Corbetta, P. (2015). *La ricerca sociale: metodologia e tecniche. III. Le tecniche qualitative*. Il Mulino, Bologna.
- Dorman, P. (2000). *The economics of safety, health, and well-being at work: an overview*. ILO, Geneva.
- Eu-Osha (2019). *Third European Survey of Enterprises on New and Emerging Risks (ESENER 3)*.
- Eu-Osha (2023). *Occupational safety and health in Europe: state and trends 2023*.
- Hinze, J. & Gambatese, J. (2003). Factors that influence safety performance of specialty contractors. *Journal of construction engineering and management*, 129(2), 159-164.
- Kankaanpää, E. (2010). Economic incentives as a policy tool to promote safety and health at work. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 319-324.
- Invitalia (2020). *Affidamento dei servizi di valutazione del regime di aiuti attuato mediante l'intervento agevolativo denominato "beni strumentali – nuova Sabatini*. Report finale.
- La Spina, A. & Cavatorto, S. (2001) (a cura di). *La consultazione nell'analisi di impatto della regolazione*. Dipartimento della funzione pubblica – Presidenza del consiglio dei ministri. Soveria Mannelli, Rubbettino.
- La Spina, A. & Espa, E. (2011). *Analisi e valutazione delle politiche pubbliche*. Il Mulino, Bologna.
- Fink, A. (1995). *The Survey Kit*. Sage publications.
- Macaluso, M. (2007). *Democrazia e consultazione on line*. Franco Angeli, Milano.
- Maggino, F. (1995). *Il questionario. Aspetti metodologici, informatici e statistici*. Centro editoriale toscano.
- Migliardi, A. (2008). *Come si costruisce un questionario: alcuni spunti dalla ricerca operativa*. Dors, Centro di Documentazione Regionale per la Promozione della salute.
- Menéndez, M., Benach, J. & Vogel, L. (2009). The impact of safety representatives on occupational health. *A European perspective* (The EPSARE PROJECT).
- Parent-Thirion, A., Vermeylen, G. & Houten, G.V. (2012). Eurofound (2012), *Fifth European Working Conditions Survey*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, S, 158.
- Patton, M. (2011). Il dibattito sui paradigmi: una scelta utilitarista. In Stame, N. (a cura di). *Classici della valutazione*. Franco Angeli, Milano.

- Rossi, P.G. & Toppano, E. (2009). *Progettare nella società della conoscenza*. Carocci, Roma.
- Schuman, H. & Presser, S. (1981). *Questions and answers in attitude surveys, experiments on question form*. Wording and Context, Academic Press, New York.
- Stame, N. (2016). *Valutazione Pluralista*. AIV, Milano, Franco Angeli.
- Stern, E. (2000). *Cosa è il pluralismo in valutazione e perché lo vogliamo*. Rassegna italiana di valutazione, 17718, 37-43.
- Torrigiani, C. (2010). *Valutare per apprendere*. AIV, Milano, Franco Angeli.
- Ugur, M. & Vivarelli, M. (2021). Innovation, firm survival and productivity: the state of the art. *Economics of Innovation and New Technology*, 30(5), 433-467.
- Walters D., Johnstone, R., Bluff, E., Limborg H.J. & Gensby, U. (2021). *Improving compliance with occupational safety and health regulations: an overarching review – Report*. Eu-Osha. ISSN: 1831-9343.

Capitolo 7

Verso nuovi possibili indicatori di misurazione dei livelli di SSL

Chiara Colagiacomo, Maria Ilaria Barra, Stefano Signorini

1. Introduzione

Le metodologie statistiche di rilevamento per definire e misurare le performance e la sostenibilità delle politiche sociali hanno avuto un grande sviluppo a partire dagli anni Sessanta, prima negli Usa e poi anche in Europa dove si è sviluppato il c.d. “movimento degli indicatori sociali”. In quegli anni agli indicatori sociali ed economici si attribuivano, soprattutto da parte della Pubblica amministrazione e dei ricercatori, numerose funzioni: da un lato finalità di informazione relative ai fenomeni sociali ed economici, per rendere possibile la percezione, l’individuazione e l’analisi dei mutamenti e dei cambiamenti socioeconomici; in secondo luogo, obiettivi di costruzione di modelli esplicativi e di predizione (Sheldon-Moore, 1968). Nel corso degli ultimi anni gli indicatori sociali hanno vissuto una fase di rivitalizzazione sia nella ricerca sia nell’utilizzo a fini politici ed amministrativi (Clark, 2004; Giovannini, 2011) e nel 2008 l’OECD ha pubblicato un manuale per la costruzione di indicatori compositi nel quale riassume i principali passaggi che ritiene sia opportuno seguire per la costruzione di indicatori di analisi comparata delle prestazioni dei sistemi territoriali (OECD, 2008); indicazioni in tal senso sono state emanate anche dalla Commissione Europea (CE, 2014; CE 2015).

Gli indicatori sono strumenti di analisi dei sistemi. In ambito socioeconomico sono utili per individuare punti di forza, punti di debolezza, opportunità e minacce per definire correttamente le strategie d’azione, gli obiettivi e più in generale per progettare e monitorare le politiche e i programmi di intervento, così come per valutare i risultati, gli effetti e gli impatti prodotti dalla loro implementazione (Arena, 2015).

Gli indici divergono non solo per contenuto, natura e numero delle variabili analizzate e aggregate, ma soprattutto per approccio e metodi di operazionalizzazione: dati quantitativi e indicatori statistici, interviste e indici misti.

Nel campo della salute sono molti gli indicatori sviluppati a livello internazionale (Donabedia, 2005), mentre nel campo della salute e sicurezza sul lavoro vi sono molti meno studi e quelli esistenti sono limitati a indicatori semplici volti a misurare elementi di prestazione dei sistemi di gestione della salute e sicurezza sul lavoro (SGSL).

Tuttavia, sono carenti indicatori complessi volti a misurare il grado di maturità, ossia il grado complessivo di approccio e gestione della salute e sicurezza sul lavoro nelle imprese. Per tale motivo si è scelto di costruire un indicatore composito e di applicarlo all'interno di uno studio più ampio di indagine sugli incentivi alle piccole e medie imprese per il miglioramento dei livelli di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro (Bandi ISI), condotta tra novembre 2019 e gennaio 2020.

2. Il contesto di riferimento

In occasione di un precedente Bando Ricerche in collaborazione (Bric) è stato finanziato un progetto dal titolo “Proposte metodologiche e indagine pilota finalizzata alla creazione di un modello per la valutazione d’impatto degli incentivi economici alle PMI (messi a disposizione dall’INAIL rispetto alle altre forme di finanziamento disponibili) e delle attuali norme in materia di salute e sicurezza del lavoro”. A valle del progetto è stata realizzata “In-ISI”, la prima indagine campionaria nazionale sugli incentivi rivolti alle piccole e medie imprese, promossi dai Bandi ISI dell’INAIL per il miglioramento dei livelli di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

Il percorso di valutazione pluriennale che è stato attivato ha percorso diverse fasi: sono state realizzate analisi dell’implementazione, analisi basate sulla teoria, analisi di contesto e valutazioni d’impatto con tecniche controfattuali. In questo percorso “In-ISI” è stata disegnata con finalità prodromiche alla quantificazione degli effetti causali degli interventi, con l’obiettivo di acquisire informazioni su variabili non osservabili attraverso i dati di monitoraggio e i dati disponibili nei data base utilizzati.

In-ISI è stata elaborata dalla Sezione tecnico scientifica “Supporto alla prevenzione” del Dipartimento di medicina, epidemiologia, igiene del lavoro e ambientale¹, con la collaborazione delle strutture che in INAIL sono coinvolte nel processo di attuazione della misura: la Direzione centrale prevenzione per l’analisi dei dati amministrativi e per l’esame delle informazioni inerenti il processo; la Consulenza statistico attuariale per i dati statistici di monitoraggio e per l’impostazione della metodologia di campionamento; la Consulenza tecnica per la salute e la sicurezza centrale² (CTSS ex Contarp) per l’approfondimento degli aspetti tecnici connessi ai progetti (ammessi, parzialmente ammessi, bocciati) e, appunto, per la messa a punto dell’indicatore composito descritto in questa sede, in funzione del quale è stato costruito il terzo blocco del questionario. TLAB PMI, esecutore dell’indagine, si è occupata della somministrazione dei questionari alle imprese nei mesi di novembre e dicembre 2019 completando le interviste telefoniche entro gennaio 2020.

La popolazione di riferimento è rappresentata dalle imprese che hanno presentato domanda di partecipazione nell’ambito dei Bandi ISI 2013, 2014 e 2015. L’universo campionario è costituito da 37.549 imprese, segmentate in 3 cluster: 4.008 imprese li-

¹ Attualmente Sezione Tecnico-scientifica “Modelli organizzativi e sostenibilità”.

² Precedentemente Contarp, *Consulenza tecnica accertamento rischi e prevenzione centrale*.

quidate 2013, 2014, 2015 (imprese beneficiarie che hanno realizzato l'intervento e sono state liquidate); 24.542 imprese non ammesse 2013, 2014, 2015 (imprese non beneficiarie che non hanno superato il *click-day*); 8.999 imprese non partecipanti 2010-2018, rappresentate dalle imprese che, pur aventi i requisiti previsti dai bandi per l'eleggibilità, pertanto pur essendo potenziali destinatarie dei bandi, non hanno mai partecipato, né provato ad accedere alla prima fase né effettuato simulazioni, dal bando ISI 2010 (il primo bando in assoluto) al Bando 2018.

Nel complesso le interviste valide hanno raggiunto un campione di 2.933 imprese rappresentative dei relativi universi, così distribuito: 843 imprese liquidate bandi 2013-2014-2015; 1.023 imprese non ammesse bandi 2013-2014-2015; 1.067 imprese non partecipanti e non simulanti bandi dal 2010 al 2018.

Per la rilevazione è stata adottata la tecnica Cati/Cami (Computer Assisted Telephone/Mobile Interview) coinvolgendo i datori di lavoro (DL) ai sensi del Testo Unico; non sono pertanto state considerate valide interviste somministrate ad altre figure aziendali.

3. La costruzione dell'indicatore composito

Un indicatore composito è una combinazione matematica di un insieme di indicatori elementari che rappresentano le diverse componenti di un concetto multidimensionale da misurare.

Il concetto indagato in questo studio riguarda la salute e sicurezza sul lavoro (SSL); quindi, un tema sicuramente molto ampio per il quale non è facile costruire un modello concettuale esaustivo, ma è sicuramente un tema rilevante per le imprese, per i lavoratori e per coloro che sono chiamati a mettere a disposizione delle imprese finanziamenti pubblici per la promozione della SSL.

L'indicatore, applicato nel contesto dei Bandi ISI, vuole anche rilevare eventuali scostamenti tra le tre tipologie di aziende indagate ossia le liquidate, le non ammesse al finanziamento e le non partecipanti. Tale valutazione può essere utile per individuare le necessità delle imprese ai fini di una progettazione attenta dei Bandi di finanziamento futuri.

Per lo sviluppo dell'indicatore composito sono stati seguiti i seguenti *step*, approfonditi nei paragrafi successivi:

- Costruzione di un modello concettuale.
- Individuazione dei costruttori.
- Definizione delle variabili che definiscono i costrutti.
- Analisi preliminare degli indicatori elementari.
- Ponderazione degli indicatori elementari.
- Aggregazione degli indicatori elementari.

3.1. Costruzione del modello concettuale ed individuazione dei costruttori

La misurazione di un fenomeno complesso come il grado di maturità in salute e sicurezza delle imprese ha richiesto una sua preliminare definizione concettuale, condotta attraverso la scomposizione del concetto generale di salute e sicurezza sul lavoro nelle sue principali componenti di significato.

Tali componenti sono state individuate nelle seguenti macro tematiche:

- approccio alla salute e sicurezza sul lavoro da parte dei vertici aziendali;
- coinvolgimento delle figure preposte alla gestione della salute e sicurezza ai sensi del testo unico;
- attività di formazione e informazione svolta in azienda;
- gestione operativa della SSL.

Ognuna di queste componenti è stata indagata sotto due aspetti: l'aspetto di conoscenza e l'aspetto di attuazione.

Per poter parlare di grado di maturità complessivo, infatti, è necessario far luce sia sulla conoscenza della tematica della SSL sia sulla loro corretta applicazione in azienda; i due "elementi", fortemente interconnessi, hanno una notevole ricaduta sulla gestione della salute e sicurezza nel suo complesso.

Difatti, la mancanza di maturità trova terreno fertile proprio laddove si registra una carente conoscenza specifica, che diventa elemento ostativo a una corretta gestione dei rischi. La conoscenza costituisce quindi un prerequisito per una corretta attuazione delle politiche, ma da sola non è un elemento sufficiente per far luce su un fenomeno complesso come la SSL. Diventa necessario valutare anche l'elemento attuazione ossia l'utilizzo delle conoscenze per costruire una risposta adeguata alle diverse esigenze.

I due aspetti ci forniscono indicazioni sulle diverse necessità delle imprese e pertanto sono elementi basilari del modello concettuale sviluppato.

3.2. Individuazione delle variabili

Per ognuno dei costruttori individuati quali elementi necessari a descrivere il fenomeno complesso della SSL, sono state selezionate le variabili che li definiscono.

Per il costruttore volto a determinare l'approccio alla salute e sicurezza sul lavoro da parte dei vertici aziendali, sono state individuate le seguenti variabili:

- valutazione dei rischi;
- fenomeno infortunistico;
- investimenti in SSL.

Per il costruttore che rappresenta il coinvolgimento delle figure preposte alla gestione della salute e sicurezza sono state individuate le seguenti variabili:

- coinvolgimento del responsabile del servizio prevenzione e protezione (RSPP);
- coinvolgimento del medico competente (MC);
- coinvolgimento dei lavoratori e del loro rappresentante (RLS).

Per il costruttore che riguarda l'attività di formazione e informazione svolta in azienda si è scelto di valutare il peso e l'importanza che le imprese danno alla:

- formazione delle figure coinvolte a diverso titolo nella SSL;
- costante e continua informazione in tema di SSL.

Infine, per il costruttore relativo alla gestione operativa della SSL in azienda sono state individuate le seguenti variabili:

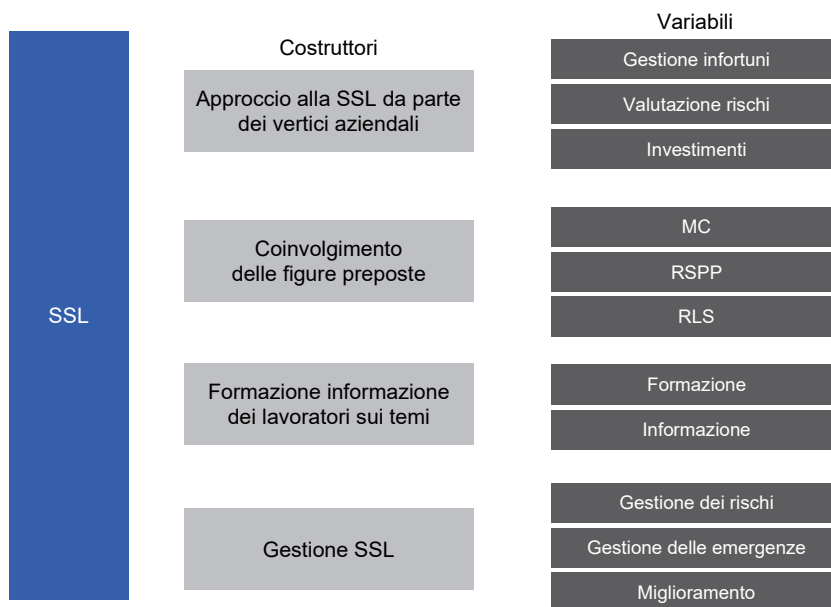
- gestione dei rischi;
- gestione delle situazioni di emergenze e degli infortuni;
- miglioramento continuo delle condizioni di salute e sicurezza.

Nel definire le variabili, pur non potendo essere esaustivi, si è cercato di inserire gli elementi necessari a descrivere il fenomeno in modo completo, tenendo conto della rilevanza, della misurabilità, confrontabilità e affidabilità del dato.

Le variabili, infatti, devono definire e descrivere il fenomeno, riflettere le finalità, gli obiettivi e le esigenze per le quali sono costruite, devono essere misurabili, registrare con il minor grado di distorsione possibile, essere analizzate al fine di confrontare e di rilevare differenze e disparità tra i cluster ed essere comprensibili, semplici e maneggevoli.

Nella tabella sottostante (Figura 1) sono riportati schematicamente i costruttori e le variabili sottese atti a descrivere il modello concettuale.

Figura 1. – Modello concettuale dell'indicatore composto di maturità delle imprese: costruttori e variabili



3.3. Analisi preliminare degli indicatori elementari

Per l'analisi del fenomeno sono stati somministrati questionari all'interno della *survey* In-ISI.

Le informazioni sono state acquisite su un campione rappresentativo di aziende estratto dall'archivio INAIL di imprese beneficiarie e di imprese non beneficiarie del finanziamento, comprendente le imprese ammesse e liquidate e le imprese "non ammesse", ovvero che non si sono collocate in posizione utile nella graduatoria a seguito del *click-day*. Per tali imprese sono stati presi in considerazione i Bandi 2013, 2014, 2015 e alcune specifiche tipologie di intervento ammesso a finanziamento in esse presenti.

Sono stati raccolti inoltre dati sulle imprese non partecipanti/non simulanti, considerate rappresentative dell'universo delle imprese destinatarie della misura. Tali imprese sono invece state estratte tra tutte quelle che non avevano mai né partecipato né proposto una candidatura a nessuno dei Bandi ISI emessi dal 2010 al momento dell'indagine (2018).

La parte di questionario inerente al grado di maturità delle imprese è stata sviluppata prevedendo domande dedicate ai quattro ambiti indagati per un totale di 24 quesiti posti nella medesima sequenza a tutti e tre i cluster individuati.

Si è cercato di limitare il numero di domande bilanciando l'eshaustività delle variabili con tempistiche che rendessero possibile erogare il questionario in modo efficace.

Il questionario elettronico è stato somministrato nel corso di una telefonata, facendolo scorrere sul video secondo una presentazione in sequenza dei singoli quesiti, volta a prevenire l'accidentale omissione di alcuni *item*, soprattutto in batterie lunghe e complesse, e a favorire i controlli di congruenza e l'adozione di domande filtro; gli intervistatori leggono ad alta voce le domande registrando le risposte direttamente sul computer; ciò consente di ridurre gli errori di inserimento dati, velocizzare l'elaborazione e ottimizzare i costi.

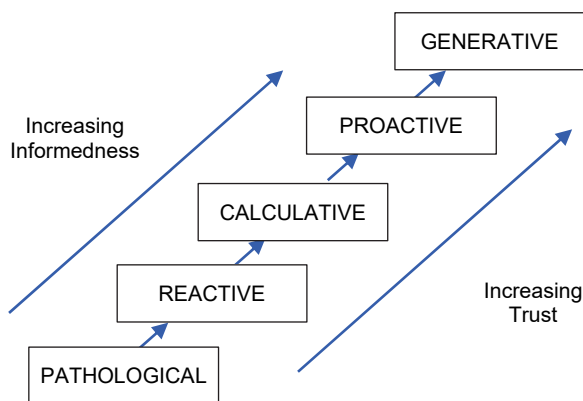
Per ogni domanda sono state previste delle risposte chiuse, ossia con le possibilità di risposta già definite. La domanda chiusa infatti facilita la valutazione quantitativa anche se può comportare uno svantaggio per la persona interpellata che potrebbe non riconoscersi in nessuna delle tipologie di risposte fornite. Il risultato dipende in larga misura da quali possibilità di risposta vengono fornite; in questo studio si è scelto un set di dichiarazioni coordinate lungo un continuum di maturità.

La scala di valutazione scelta si basa, infatti, sulla scala della cultura della sicurezza secondo il modello di Hudson (Hudson, 2001) riportata in Figura 2, che è una scala evolutiva. Il modello presuppone di valutare il livello della cultura della sicurezza che un'azienda ha raggiunto, distinguendo tra cinque valori possibili:

- livello 1 "pathological" corrisponde a uno scarso livello di maturità delle imprese in termini di SSL;
- il livello 2 "reactive" corrisponde a un livello leggermente superiore, in cui l'azienda non riesce a rispondere pienamente ai requisiti cogenti;
- il livello 3 "calculative" l'azienda risponde ai requisiti di legge e sono predisposte procedure operative per la gestione della SSL;

- il livello 4 “proactive” l’azienda si dimostra attiva in tema di SSL, le procedure sono attuate e viene promossa la SSL;
- il livello 5 “generative” la SSL è integrata nella gestione aziendale e il miglioramento delle condizioni di SSL fortemente promosso.

Figura 2. – Modello della cultura della sicurezza di Hudson



Sulla base di tale modello, sono stati assegnati valori numerici compresi tra 1 a 5, alle risposte fornite dalle imprese.

Per alcune domande sono state predisposte solo 4 risposte possibili, in questi casi è stato necessario uniformare le risposte utilizzando un fattore di conversione, calcolato con la seguente formula:

$$f = \frac{V_{max} - V_{min}}{N_{max} - N_{min}}$$

dove V_{max} e V_{min} sono rispettivamente il punteggio massimo e minimo nella scala da convertire, mentre N_{max} e N_{min} sono i punteggi massimo e minimo della scala desiderata.

Si è scelto inoltre di inserire domande di controllo per la verifica dell’attendibilità delle risposte.

Di seguito si riportano, a titolo esemplificativo, alcuni esempi di domande inserite nella *survey* per la valutazione delle variabili alla base degli indicatori elementari che costituiscono l’indicatore composito del grado di maturità delle imprese.

Per la variabile valutazione dei rischi del costruttore, volto a valutare l’approccio alla salute e sicurezza sul lavoro da parte dei vertici aziendali, sono state poste le domande riportate in Figura 3 in ambito conoscenza e in Figura 4 in ambito attuazione, ai tre target indagati (imprese partecipanti, non ammesse e liquidate).

Figura 3. – Domanda correlata al costruttore approccio alla salute e sicurezza, in ambito conoscenza

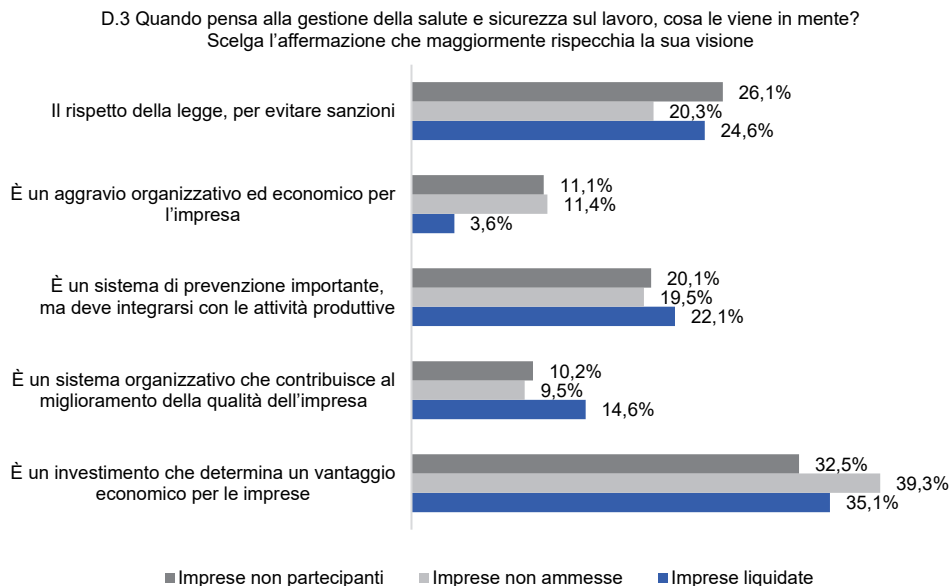
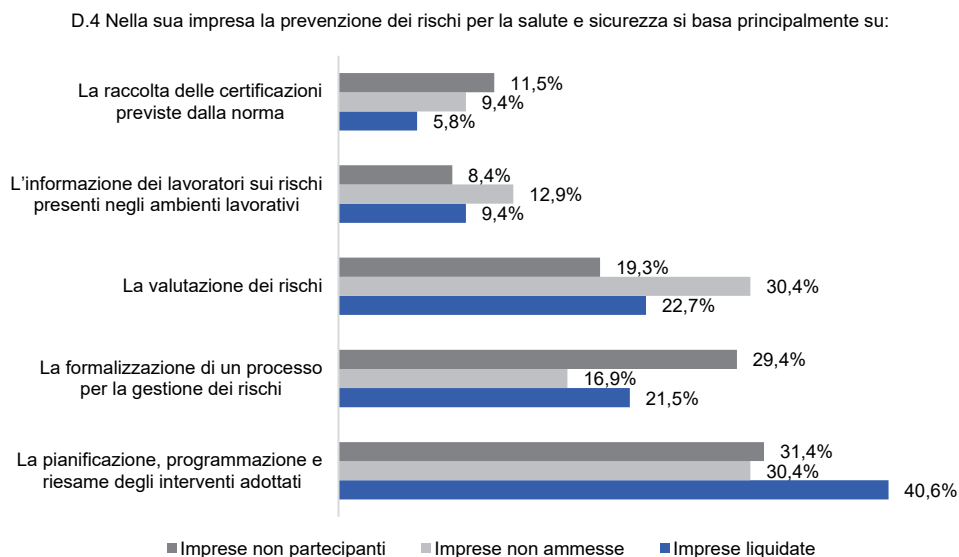


Figura 4. – Domanda correlata al costruttore approccio alla salute e sicurezza in ambito attuazione



Per il costruttore funzionale a valutare il coinvolgimento delle figure della salute e sicurezza sono state poste, tra le altre, le domande riportate in Figura 5 in ambito conoscenza e in Figura 6 in ambito attuazione, volte a indagare la modalità di coinvolgimento del MC e del RSPP.

Figura 5. – Domanda correlata alla variabile coinvolgimento del medico competente MC, in ambito conoscenza

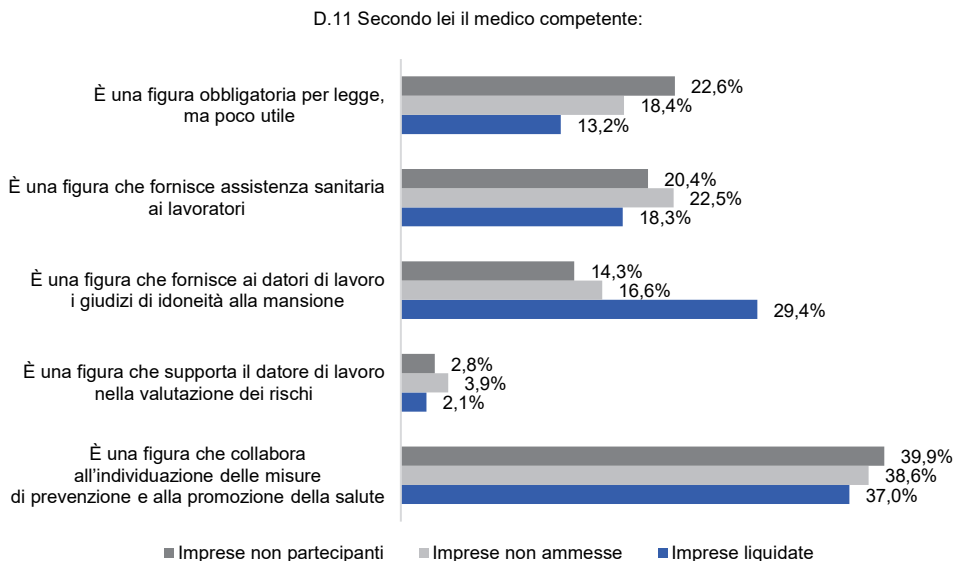


Figura 6. – Domanda correlata alla variabile coinvolgimento del RSPP, in ambito attuazione



3.4. Ponderazione degli indicatori elementari

Una volta definiti gli indicatori elementari, le variabili sottese e la relativa scala di valutazione, si è proceduto con l'attribuzione di pesi diversi agli indicatori elementari, per enfatizzare l'importanza che ciascuno di essi assume, in relazione al suo contributo nella definizione del fenomeno complesso.

Il sistema di ponderazione può derivare da considerazioni e valutazioni soggettive, conoscenze specifiche, giudizi di esperti, scelte politiche o possono invece essere determinati mediante procedure statistiche (modelli di regressione, matrici di correlazione, ecc.). L'obiettivo del sistema di pesi è tenere conto nell'indice sintetico del diverso contributo che ciascuna variabile-indicatore elementare, unidimensionale, fornisce alla determinazione del fenomeno complesso multidimensionale.

Il peso dato alle diverse variabili è stato scelto su base esperienziale ed è funzionale a dare maggior rilievo a quei parametri che, sulla base delle conoscenze in materia, sono considerati maggiormente indicativi di un buon livello di salute e sicurezza in azienda.

Per l'indicatore relativo all'approccio alla salute e sicurezza sul lavoro da parte dei vertici aziendali sono state pesate le diverse variabili che lo compongono utilizzando un fattore moltiplicativo α differenziato. Si è scelto di dare un rilievo maggiore agli investimenti in SSL ($\alpha = 1,2$), a seguire alla valutazione dei rischi ($\alpha = 1$) e infine alla gestione degli infortuni ($\alpha = 0.8$). Su base esperienziale, infatti, le aziende comprendono la necessità di gestire il fenomeno infortunistico e sono chiamate dal legislatore alla valutazione dei rischi, ma mostrano un grado di consapevolezza e quindi di maturità maggiore qualora organizzino gli investimenti in SSL integrandoli nelle politiche di investimento aziendali.

Per l'indicatore relativo al coinvolgimento delle figure preposte alla gestione della salute e sicurezza si è scelto di dare un maggior rilievo alla figura del RLS ($\alpha = 1,2$), a seguire a quella del MC ($\alpha = 1$) e infine al RSPP ($\alpha = 0.8$). Quest'ultimo infatti collabora con il datore di lavoro alla valutazione dei rischi aziendali, parimenti al MC per la valutazione delle idoneità e la gestione delle cartelle sanitarie dei lavoratori, mentre il coinvolgimento del RLS risulta generalmente più carente nelle imprese che si limitano a consultarlo nei casi previsti per legge senza utilizzare tale figura per un ruolo attivo nella promozione della SSL.

Per l'indicatore relativo alla formazione si è scelto di dare un rilievo maggiore all'attività di informazione ($\alpha = 1,2$) rispetto a quella di formazione ($\alpha = 0.8$). Questa scelta non deriva dalla poca importanza del processo di formazione, che riveste un ruolo fondamentale nella gestione della SSL in termini di accrescimento di conoscenze e competenze, ma piuttosto dalla considerazione che la formazione delle figure aziendali preposte nella gestione della SSL è ampiamente normata, mentre la corretta gestione delle informazioni viene maggiormente demandata al DL che deve avere la maturità di capirne l'importanza ai fini di una altrettanto corretta gestione della SSL.

Infine, per l'indicatore relativo alla gestione operativa si è scelto di dare un maggior rilievo agli investimenti in SSL ($\alpha = 1,2$) rispetto alla gestione operativa ($\alpha = 0.1$) e alla gestione delle emergenze ($\alpha = 0.8$). Anche questa scelta è stata guidata da cri-

teri esperienziali, che sono stati volti a valutare maggiormente gli investimenti in SSL rispetto alla necessità di gestire nel quotidiano le attività operative o le emergenze.

3.5. Aggregazione degli indicatori elementari

L'indice composito di maturità delle imprese è stato ottenuto aggregando i quattro indicatori elementari pesati. La scelta del metodo di aggregazione deve essere coerente con quanto è stato definito nella fase precedente, in particolare riguardo alla definizione dei pesi.

La letteratura offre molti esempi di tecniche di aggregazione, tra le più utilizzate vi sono le tecniche additive, tra le quali rientrano la semplice somma dei punteggi degli indicatori elementari o la somma di punteggi pesati standardizzati. L'utilizzo delle tecniche additive richiede che siano soddisfatti molti assunti riguardanti sia gli indicatori da aggregare che i pesi. Tali assunti richiedono che gli indicatori elementari siano stati selezionati sulla base della loro capacità nel discriminare tra unità e non tra livelli diversi del continuum che rappresenta la variabile latente; e che i livelli di classificazione siano dello stesso tipo per tutti gli indicatori elementari (Maggino, 2005).

In relazione alle caratteristiche degli indicatori semplici pesati si è scelto il metodo di aggregazione tramite la media aritmetica, come di seguito riportato:

$$CI_c = \sum_{i=1}^n rank_{ic}$$

$$\overline{CI}_c = \frac{CI_c}{n}$$

dove n rappresenta il numero di indicatori elementari, m il numero dei casi CI , c l'indicatore composito per il caso c , $rank_{ic}$ rango dell' i -esimo l'indicatore elementare per il caso c . L'indice relativizzato varia tra 0 (migliori prestazioni) e 5 (peggiori prestazioni). Questo approccio è detto M -ordinamento e consente di esprimere un ordinamento globale delle unità che tenga conto di tutti gli indicatori elementari.

I limiti dell'approccio additivo sono legati alle sue caratteristiche compensative; infatti, le *performance* basse in alcuni indicatori elementari potrebbero essere compensate da valori sufficientemente alti di altri, dando un quadro complessivo che potrebbe nascondere dei fenomeni non visibili (Maggino, 2023). Per ovviare a tale fenomeno è stata effettuata un'attenta analisi dei singoli indicatori elementari prima di procedere all'aggregazione dei dati.

4. Risultati semplice e composito

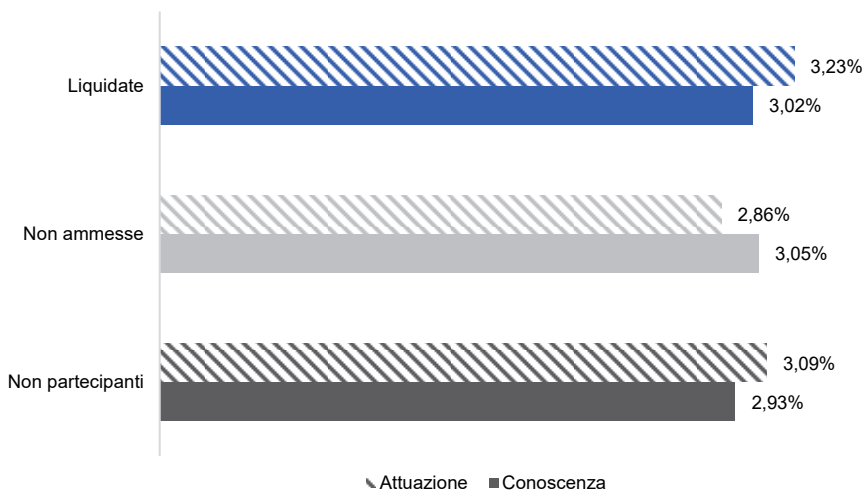
4.1. Indicatori pesati

Partendo dalle variabili sottese da ciascun costruttore, pesate secondo la metodologia indicata al paragrafo 3.4, sono stati ottenuti gli indicatori pesati relativi agli ambiti indagati:

- approccio alla salute e sicurezza sul lavoro da parte dei vertici aziendali;
- coinvolgimento delle figure preposte alla gestione della salute e sicurezza;
- attività di formazione e informazione svolta in azienda;
- gestione operativa della SSL.

Si riporta di seguito il grafico con i valori ottenuti per l'indicatore pesato relativo all'approccio alla salute e sicurezza sul lavoro da parte dei vertici aziendali per i tre cluster indagati, nell'ambito di conoscenza e attuazione.

Figura 7. – Valori dell'indicatore pesato relativo all'approccio alla salute e sicurezza sul lavoro da parte dei vertici aziendali



Il grafico mostra valori dell'indicatore, sia in attuazione che in conoscenza, per i tre cluster indagati. Valori dell'indice pari a 3 costituiscono, in questo studio, un valore sufficiente in termini di maturità delle imprese poiché comportano, come riportato nel paragrafo 3.3, almeno il rispetto dei requisiti di legge.

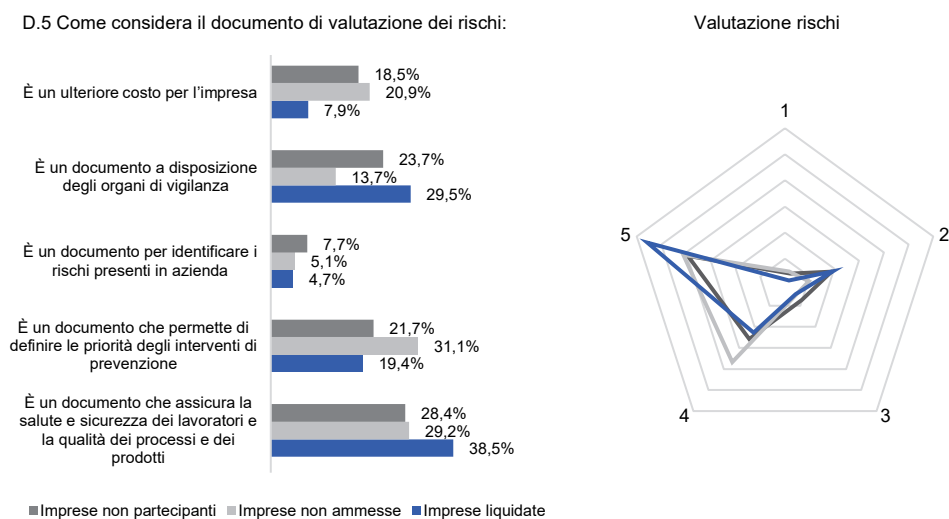
Dall'analisi della Figura 7 emergono una concezione e un approccio alla salute e sicurezza sul lavoro appena sufficiente per le imprese liquidate, leggermente inferiore alla sufficienza per le imprese non partecipanti e un valore ancora più basso per le imprese non ammesse.

In termini di attuazione le imprese liquidate risultano le più mature, seguite dalle non partecipanti e infine dalle non ammesse che registrano valori inferiori alla sufficienza nell'attuazione delle politiche della salute e sicurezza da parte dei vertici azien-

dali. Le differenze nell'indice, per quanto riguarda l'attuazione, sono dovute principalmente alle variabili di valutazione del rischio e degli investimenti in SSL, dove le liquidate raggiungono punteggi maggiori rispetto agli altri *cluster*.

La variabile valutazione dei rischi risulta ampiamente nota ai tre *target*, con un gran numero di risposte collocate al livello 5 in conoscenza, come si evince dalle risposte delle imprese (Figura 8). In attuazione la medesima variabile registra comunque una percentuale alta nei livelli superiori al 3, con una maggiore differenza tra i *target*. Le imprese liquidate, infatti, raggiungono percentuali superiori al 40% nel livello 5, dando evidenza in tal modo di conoscere e applicare correttamente la valutazione dei rischi in azienda. Maggiori difficoltà registrano invece le imprese non ammesse che, pur collocandosi a livello 5 in conoscenza, registrano percentuali inferiori in applicazione.

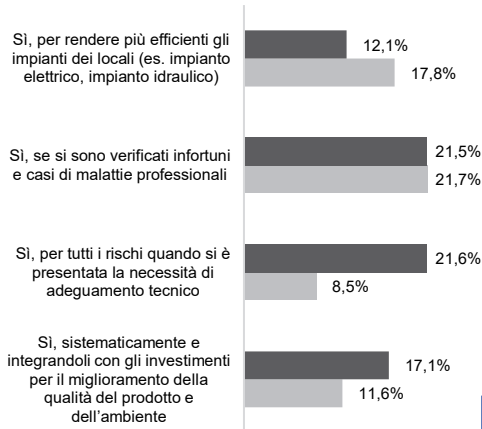
Figura 8. – Variabile valutazione del rischio; domanda e valori pesati



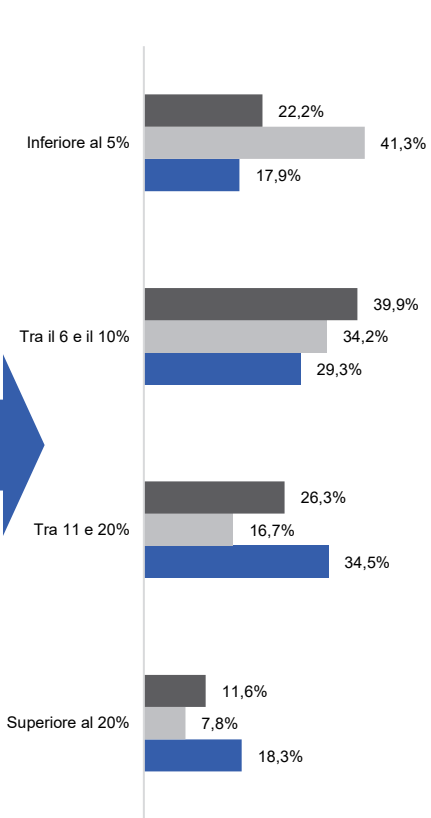
Per quanto riguarda la variabile investimenti, le imprese non ammesse hanno dichiarato (> 40%) di non aver realizzato investimenti per il miglioramento della SSL negli ultimi dieci anni e, nei casi in cui li abbiano effettuati, gli investimenti hanno riguardato sostanzialmente gli impianti di servizio oppure interventi divenuti necessari a seguito di eventi infortunistici o legati all'insorgenza di malattie professionali. Solamente il 7,8% delle aziende non ammesse a finanziamento ha dichiarato di effettuare investimenti in SSL sistematicamente e integrandoli con gli investimenti per il miglioramento della qualità del prodotto e dell'ambiente.

Figura 9. – Variabile valutazione del rischio, attuazione; domanda e valori pesati

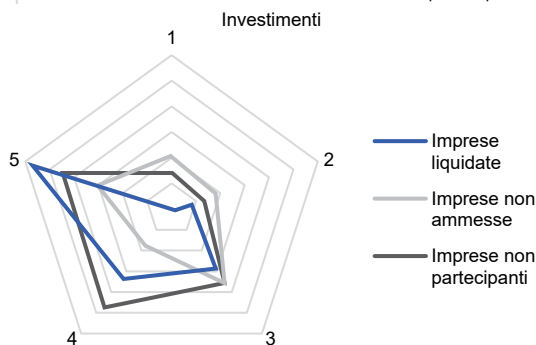
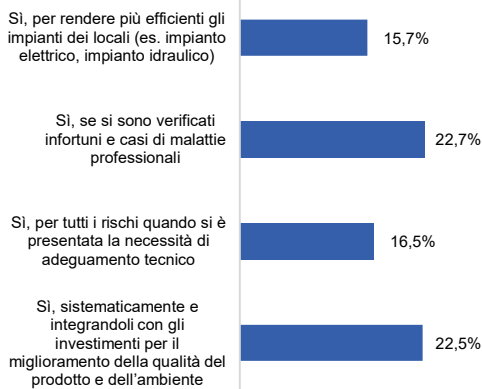
D.18 Nella sua azienda sono stati realizzati investimenti per il miglioramento della salute e sicurezza sul lavoro negli ultimi 10 anni?



D.19 Mi vuole indicare quale è la percentuale annua di fatturato dedicata agli investimenti?



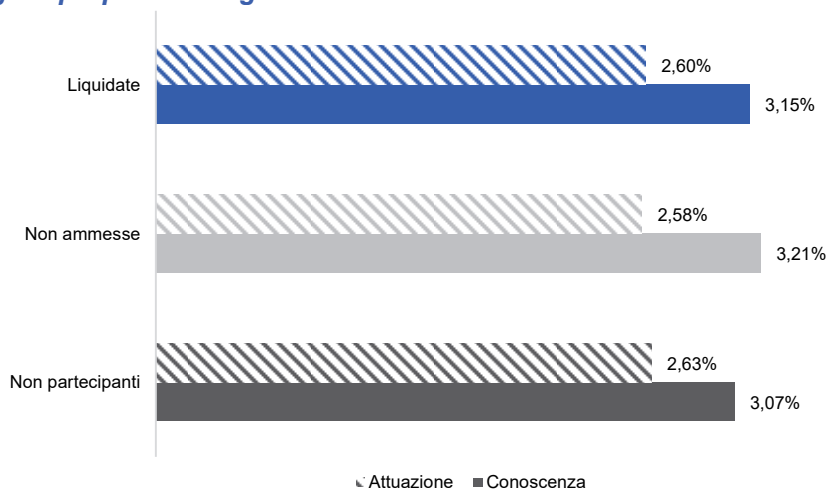
D.18 Nella sua azienda sono stati realizzati investimenti per il miglioramento della salute e sicurezza sul lavoro negli ultimi 10 anni eccetto quelli realizzati attraverso i bandi ISI:



L'indicatore pesato relativo al coinvolgimento delle figure preposte alla gestione

della salute e sicurezza, per i tre *cluster* indagati, nell'ambito conoscenza e attuazione, ha registrato i valori riportati in Figura 10.

Figura 10. – Valori dell'indicatore pesato relativo al coinvolgimento delle figure preposte alla gestione della salute e sicurezza



Il coinvolgimento delle figure preposte alla gestione della SSL risulta pienamente noto a tutti e tre i *cluster*, ma poco attuato. In questo caso non si registrano differenze sostanziali tra le tipologie di aziende indagate.

I valori più bassi registrati in attuazione sono legati soprattutto al coinvolgimento dei lavoratori e della figura del RLS, come si evince dai grafici relativi alla suddetta variabile e ai quesiti posto alle aziende (Figure 11 e 12).

Figura 11. – Variabile coinvolgimento dei lavoratori e del RLS, in ambito conoscenza; domanda e valori pesati

D.10 Secondo lei qual è il ruolo del rappresentante dei lavoratori per la sicurezza:

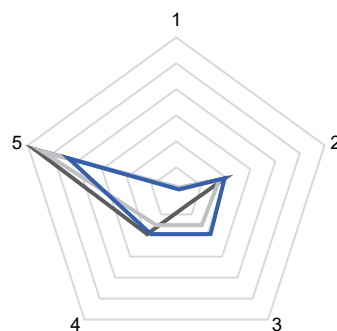
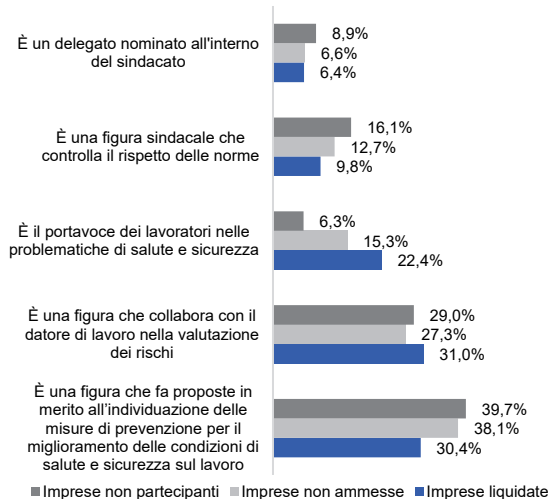
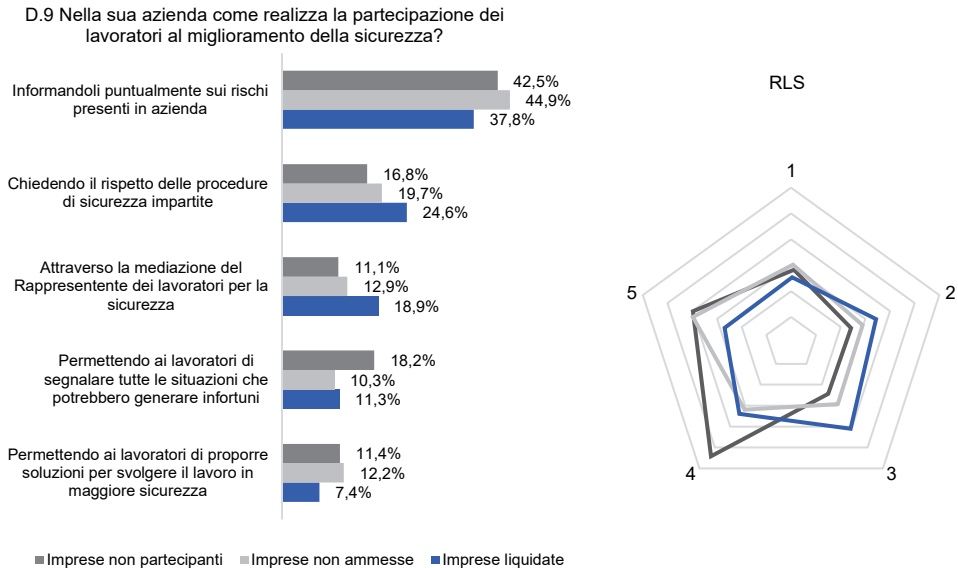


Figura 12. – Variabile coinvolgimento dei lavoratori e del RLS, in ambito attuazione; domanda e valori pesati



Dalle risposte alle domande riportate nelle Figure 11 e 12, si evince che la variabile coinvolgimento del rappresentante dei lavoratori RLS risulta ampiamente nota ai tre *target*, con un gran numero di risposte collocate al livello 4 e 5 in conoscenza. I risultati migliori sono stati ottenuti dalle imprese non partecipanti.

In attuazione la medesima variabile registra andamenti decisamente opposti, con i valori più alti registrati per tutti e 3 i *cluster* a livello 1 “patological”. La percentuale più alta di risposte collocate al livello 4 e 5 è stata registrata, anche in questo caso, dalle imprese non partecipanti.

I risultati ottenuti confermano la conoscenza del ruolo assegnato dalla legge alla figura del RLS ma anche la scarsa realizzazione del coinvolgimento del RLS nella pratica, mettendo in luce una scarsa maturità delle imprese nell’instaurare un confronto dinamico e costruttivo con i lavoratori e il loro rappresentante.

L’indicatore pesato della formazione e informazione registra invece i valori riportati in Figura 12.

L’area formazione e informazione registra punteggi elevati, sia in conoscenza che attuazione, con uno scostamento delle imprese non ammesse in ambito conoscenza, dove non raggiungono il livello 3. La differenza maggiore dei tre *cluster* si è registrata in ambito informazione come si evince dalla Figura 13.

Figura 13. – Valori dell'indicatore pesato formazione e informazione

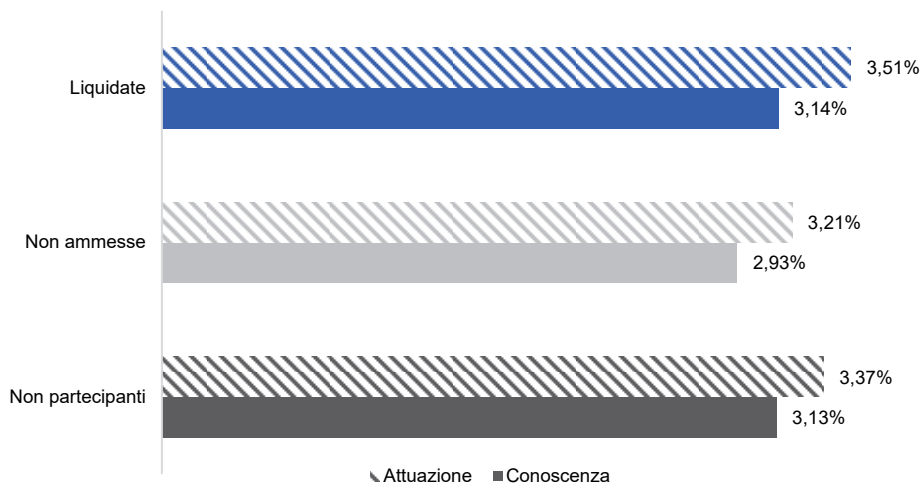
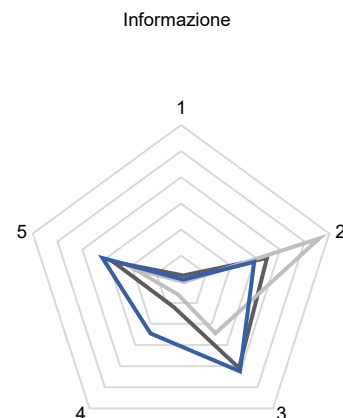


Figura 14. – Variabile informazione e domanda posta alle imprese; domanda e valori pesati

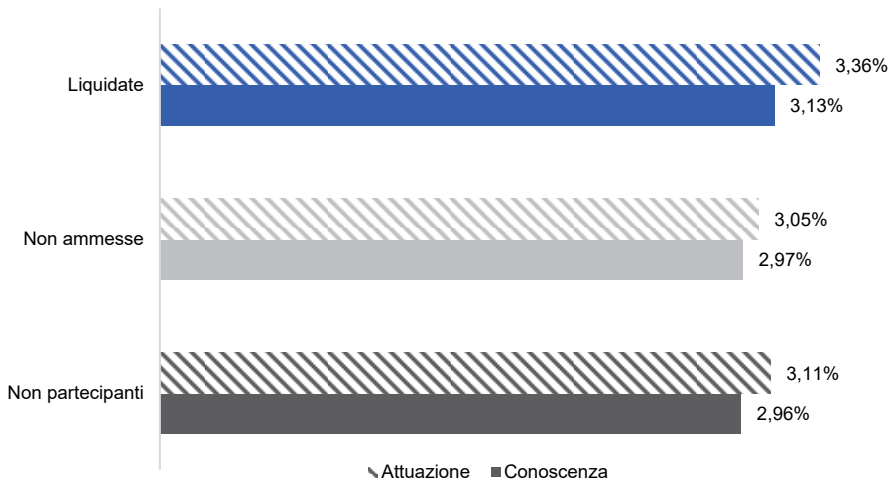
D.16 Quando pensa all'informazione per la salute e la sicurezza sul lavoro, secondo lei, quali sono i temi che essa dovrebbe affrontare:



Infine, la gestione operativa della SSL registra buoni livelli in attuazione per tutte le aziende, con valori superiori per le imprese liquidate; tuttavia, si evidenziano delle differenze in conoscenza, dove solo le imprese liquidate raggiungono valori superiori al livello 3.

Le differenze tra i tre gruppi di imprese, relativamente a tale indicatore, sono legate alla gestione operativa e soprattutto alla variabile del miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza.

Figura 15. – Valori dell'indicatore pesato gestione operativa e miglioramento delle condizioni di SSL

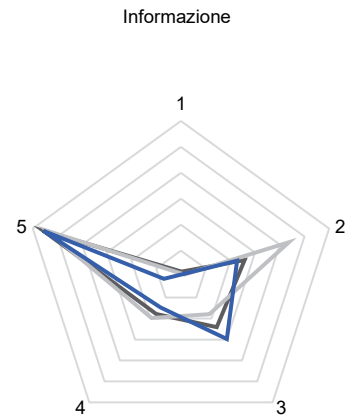
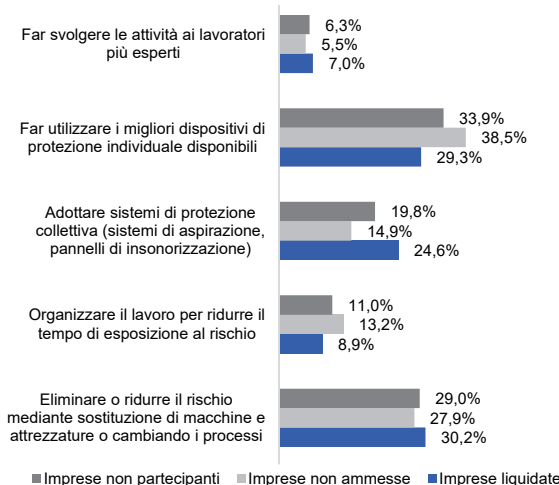


Le non ammesse registrano valori inferiori rispetto agli altri due target sia in conoscenza che in attuazione.

Per la conoscenza ha pesato la variabile procedure operative, come si evince dalla Figura 16. Una percentuale alta di imprese non ammesse ha, infatti, dichiarato di considerare misura prioritaria per la riduzione dei rischi l'adozione di sistemi di protezione individuale, piuttosto che l'eliminazione o la riduzione del rischio mediante la sostituzione di macchine/impianti o la modifica di processi.

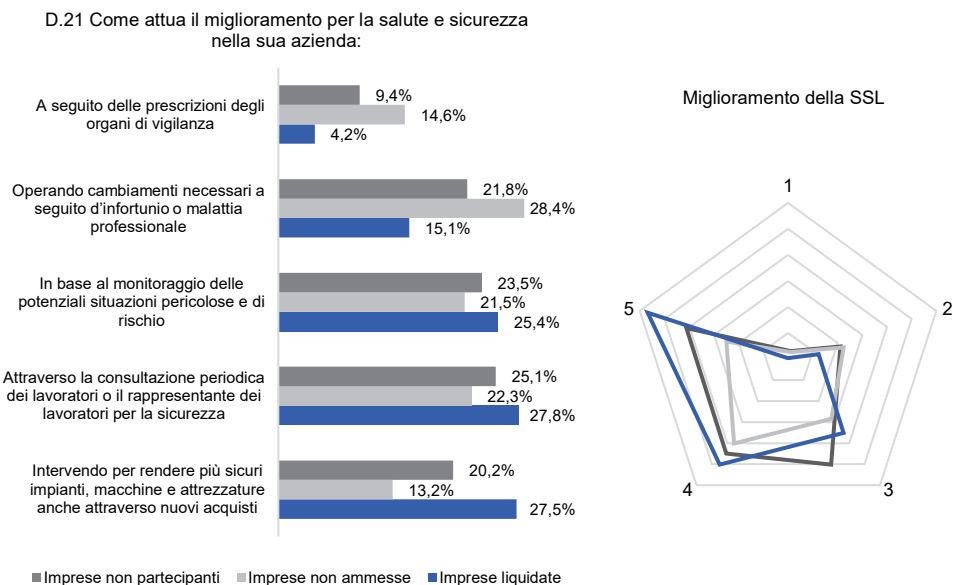
Figura 16. – Variabile procedure operative e domanda posta alle imprese; domande e valori pesati

D.20 Quando pensa alla salute e sicurezza sul lavoro quali delle seguenti azioni considera prioritaria per ridurre al minimo l'esposizione dei lavoratori al rischio:



La variabile del miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza è invece quella che ha fatto rilevare le maggiori differenze tra i target soprattutto in attuazione. Le imprese liquidate, infatti, come si evince dalle risposte alla domanda 21 (Figura 17), si mostrano più attive nel promuovere il miglioramento delle condizioni di lavoro attraverso l'efficientamento di macchine e attrezzature, l'attuazione dei suggerimenti dei lavoratori e il monitoraggio costante dei rischi aziendali.

Figura 17. – Variabile miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza, domanda posta alle imprese e valori pesati



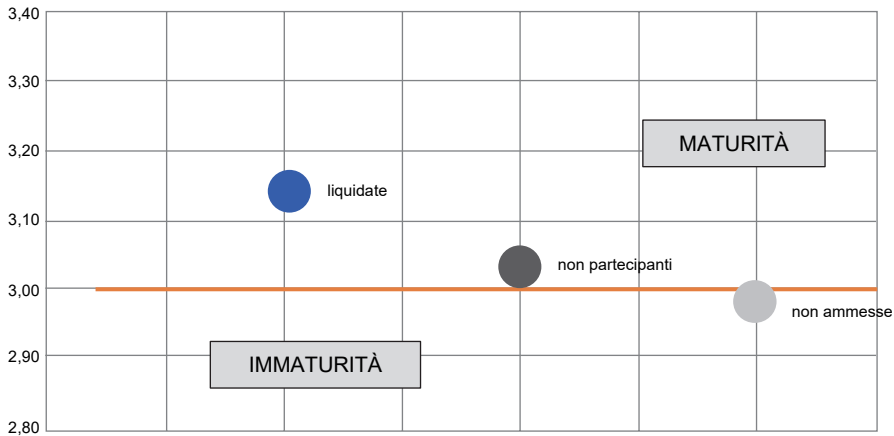
4.2. Indicatore composito

Dai singoli indici tematici, illustrati nel paragrafo 4.1, si è proceduto al calcolo dell'indicatore composito.

I singoli indicatori elementari pesati sono stati aggregati mediando i valori ottenuti sia in ambito conoscenza che in ambito attuazione. Gli indicatori così ricavati sono stati infine aggregati per ricavare l'indicatore composito di maturità delle imprese in SSL.

I risultati dell'indicatore composito, applicato ai tre *cluster* indagati, sono riportati in Figura 18.

Le imprese liquidate raggiungono un livello di piena maturità, le imprese non partecipanti si collocano al limite della sufficienza, mentre le imprese non ammesse non raggiungono la sufficienza. Tutto ciò rivela una esigenza di miglioramento da parte di tutti i cluster indagati con maggior attenzione alle non ammesse.

Figura 18. – Indicatore della maturità dei tre cluster di imprese

Le non partecipanti, infatti, pur non avendo partecipato ai Bandi di finanziamento dell'INAIL, non si dimostrano insufficienti in tema di SSL. La mancata partecipazione ai finanziamenti per il miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza sul lavoro è dunque legata, presumibilmente, a una scelta aziendale, motivata, ad esempio, dalla presenza di finanziamenti concorrenti, come mostrano i risultati della survey (La survey "In ISI. Indagine sugli incentivi alle piccole e medie imprese per il miglioramento dei livelli di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro". Studio prodromico alla valutazione di impatto della misura dei Bandi ISI) piuttosto che da una mancanza di conoscenze o da una mancata volontà di investire in SSL. Anche l'indicatore pesato dell'approccio alla salute e sicurezza sul lavoro da parte dei vertici aziendali mostra una maggiore propensione all'investimento per tali tipologie di aziende rispetto alle non ammesse.

Quest'ultima categoria di imprese è quella che si mostra in assoluto la meno matura. Le imprese non ammesse, infatti, conoscono i Bandi ISI e hanno scelto di parteciparvi, consapevoli che sono volti al miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza, tuttavia, dall'analisi degli indicatori semplici e dell'indicatore composito emerge una minore maturità in tema di SSL, soprattutto in attuazione.

L'analisi degli indicatori elementari mostra, per questa tipologia di imprese, una scarsa propensione agli investimenti, un basso coinvolgimento delle figure preposte alla gestione della SSL e una scarsa propensione al miglioramento continuo delle condizioni di SSL.

Ne emerge pertanto che maggior attenzione alla progettazione dei futuri Bandi ISI, potrà essere dedicata proprio a tale tipologia di imprese, che maggiormente sembrano necessitare di finanziamenti pubblici per il miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza sul lavoro.

Bisogna inoltre evidenziare che i valori dell'indicatore composito di maturità delle imprese si attestano intorno al livello del rispetto delle norme di legge, collocandosi molto lontano dal livello 4 "proactive", ossia da un approccio attivo alla SSL, dove le procedure sono pienamente attuate e viene promosso il miglioramento delle condizioni

di SSL in azienda. L'indicatore composito ci restituisce, dunque, una fotografia delle imprese, seppure nel limite della numerosità e della finalità dell'indagine legata ai Bandi di finanziamento ISI, non entusiasmante. Sicuramente sono molti i passi avanti fatti dal legislatore e dalle imprese a partire dall'emanazione del Test Unico, ma sicuramente siamo lontani da una visione della SSL integrata nel piano strategico dell'impresa. Negli ultimi anni, i problemi da affrontare riguardo alla SSL sono stati ampi e complessi. Sulla protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori hanno pesato negativamente un ambiente di lavoro sempre più globale e competitivo e in rapida evoluzione, la comparsa di nuovi rischi, l'aumento del lavoro agile e della digitalizzazione, l'alta disoccupazione in molte regioni e il clima di deregolamentazione (Leka, 2021).

Le misure per il miglioramento della SSL e del benessere richiedono importanti investimenti, pertanto non è facile per molte imprese mantenere inizialmente la competitività, ma nel lungo periodo questi investimenti pagano. Inoltre, assistiamo ad un aumento dei finanziamenti pubblici per migliorare la qualità delle condizioni di lavoro, tra i quali i Bandi INAIL che ne costituiscono un esempio virtuoso. Molte innovazioni tecnologiche per ambienti di lavoro più salubri sono diventate un potente motore economico ed esportazioni di successo per i produttori europei.

5. Conclusioni

La creazione di un indicatore composito per la valutazione della maturità delle imprese, sviluppato all'interno del progetto "In-ISI", ci ha permesso di osservare il livello di salute e sicurezza delle imprese partecipanti ai Bandi ISI (liquidate e non ammesse al finanziamento) e delle imprese non partecipanti.

Sono emerse necessità di miglioramento in tema di SSL da parte di tutte le tipologie di imprese indagate, con maggiori necessità per le non ammesse al finanziamento rispetto alle non partecipanti e rispetto alle liquidate che si sono dimostrate ampiamente mature.

L'indicatore necessita di ulteriori approfondimenti, come la verifica di robustezza e l'utilizzo di reti neurali potrebbe portare ad attribuire agli indici elementari dei pesi oggettivi scevri dal giudizio degli esperti che, per quanto supportato da elementi tecnici, peccano di soggettività.

Inoltre, l'utilizzo dell'indicatore composito di maturità ha consentito, per il momento, di acquisire una fotografia a posteriori dei tre *cluster*, mentre il suo utilizzo, in fase ante partecipazione ai Bandi di finanziamento, può essere utile a verificare se, a parità di altre condizioni, il livello di maturità delle organizzazioni svolga un ruolo determinante nella partecipazione ai Bandi ISI. Infine, qualora adottato in successive *survey*, sia *ex ante* sia *ex post*, può fungere da variabile di condizionamento per misurare eventuali impatti *ex post* differenziati in base al valore di maturità iniziale e può fungere da variabile di *outcome* per misurare se, rispetto al pre-intervento, si possano osservare modifiche del livello di maturità legate all'intervento finanziato.

6. Bibliografia

- Arena, M., Azzone, G., Bengo, I. & Calderini, M. (2015). *Measuring social impact: the governance issue*.
- Clark, C., Rosenzweig, W., Long, D. & Olsen, S. (2004). *Double bottom line project report: assessing social impact in double bottom line ventures*.
- Commissione Europea (2015). *Policy Brief on social impact measurement for social enterprises*.
- Commissione Europea Direzione generale Occupazione, affari sociali e inclusione Unità C2 (2014). *Approcci proposti per la misurazione dell'impatto sociale*.
- Giovanini, E. (2011). *Misurare il benessere delle persone e della società: una sfida per la statistica e la politica*, Arel, 2 marzo.
- Hudson, P. (2001). *Safety Culture – Theory and Practice*, North Atlantic Treaty Organization Research and Technology Organization, January.
- Maggino, F. (2005). *L'analisi dei dati nell'indagine statistica*. Volume 2: l'esplorazione dei dati e la validazione dei risultati, ISBN: 88-8453-351-1, Firenze University Press.
- Maggino, F. (2023). *Gli indicatori statistici: concetti, metodi e applicazioni*, Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze, ottobre.
- OECD (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: methodology and user guide*, disponibile al link: <https://www.oecd.org/sdd/42495745.pdf>.
- Sheldon, E. & Moore, W. (1968). Indicators of Social Change: Concepts and Measurements. *Economics*, December.
- Stavroula Leka (2021). Il futuro del lavoro in un ambiente virtuale e la sicurezza e salute sul lavoro. *Agenzia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro*.

Capitolo 8

Analisi di impatto sugli infortuni sul lavoro: le politiche SSL per promuovere gli investimenti fissi

Gabriele D'Amore, Angelo Castaldo, Alessia Marrocco

1. Introduzione

La salute e sicurezza sui luoghi di lavoro (SSL) è un diritto ormai largamente consolidato, ribadito con continuità nelle strategie a lungo termine dell'Unione europea (Strategia comunitaria 2002-2006 e 2007-2013, Quadro strategico europeo 2014-2020 e 2021-2027). A partire dalla Direttiva 89/391/CEE, all'art. 6 (Obblighi generali dei datori di lavoro) viene affermata la responsabilità del datore di lavoro di intraprendere misure necessarie per la protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori, comprese le attività di prevenzione dei rischi professionali, d'informazione e di formazione, nonché la messa a disposizione della relativa opportuna organizzazione e dei mezzi necessari per farvi fronte. Gli obblighi in capo al datore di lavoro comprendono azioni volte ad i) evitare i rischi; ii) valutare i rischi che non possono essere evitati; iii) combattere i rischi alla fonte; iv) programmare la prevenzione, mirando ad un complesso coerente che integri, nella medesima, la tecnica, l'organizzazione del lavoro, le condizioni di lavoro, le relazioni sociali e l'influenza dei fattori dell'ambiente di lavoro. In aggiunta, Il Parlamento europeo, il Consiglio e la Commissione hanno steso il Pilastro Europeo dei Diritti Sociali (*European Pillar of Social Rights*) al vertice di Göteborg (2017), il quale stabilisce che tra i 20 principi chiave, che rappresentano il faro guida verso un'Europa sociale forte, equa, inclusiva e foriera di opportunità nel XXI secolo, viene compreso come elemento fondamentale il diritto ad un ambiente di lavoro sano, sicuro e adeguato e protezione dati (art. 10, inserito nel Capo 2 *Fair working condition*)¹.

A livello normativo italiano, si è assistito ad una evoluzione radicale in ambito SSL, che si sostanzia in uno spostamento da una prospettiva individuale e risarcitoria,

¹ In particolare, l'art. 10 stabilisce che:

- a. I lavoratori hanno il diritto a un elevato livello di protezione della loro salute e sicurezza sul lavoro.
- b. I lavoratori hanno diritto a un ambiente di lavoro adeguato alle loro esigenze professionali e che consenta loro di prolungare la loro partecipazione al mercato del lavoro.
- c. I lavoratori hanno il diritto di vedere protetti i propri dati personali nel contesto lavorativo.

ad una prospettiva collettiva e preventiva: nella pratica, la normativa in tema di SSL aveva il suo *focus* sul lavoratore esposto a rischi “inevitabili” per il quali era prevista solo una monetizzazione della situazione di rischio; successivamente si è assistito ad uno spostamento del *focus* sul datore di lavoro, il quale ha l’obbligo di individuare in termini sistematici misure generali volte a promuovere il miglioramento della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro.

In Italia, l’attuazione della Direttiva 89/391/CEE ha portato all’elaborazione dapprima del D.lgs. n. 626/1994 e successive modificazioni, per poi sfociare nel D.lgs. n. 81/2008 – c.d. Testo unico in materia di tutela di salute e sicurezza sul lavoro – che contiene ad oggi la disciplina attuativa della Direttiva e razionalizza e concretizza l’evoluzione del diritto alla SSL sopracitato.

Il D.lgs. n. 81/2008 all’art. 11, commi 1 e 5, introduce, oltre alle attività promozionali della cultura della prevenzione e obblighi informazione, la possibilità di finanziamento diretto a piccole, medie e microimprese di progetti d’investimento e formazione in materia di salute e sicurezza sul lavoro “*volti a sperimentare soluzioni innovative e strumenti di natura organizzativa e gestionale ispirati ai principi di responsabilità sociale delle imprese*”.

Dal 2010 ad oggi, l’INAIL ha dato concreta attuazione alle disposizioni contenute nell’art. 11, commi 1 e 5, promuovendo e implementando annualmente gli innovativi programmi di finanziamento cosiddetti “Bandi ISI” (Bandi di Incentivi di Sostegno alle Imprese), i quali, ad oggi, rappresentano uno degli interventi più rilevanti in materia di tutela della salute e della sicurezza a livello europeo, sia per estensione dei beneficiari che per importi erogati (Salberini & Signorini, 2020). Tali Bandi rappresentano il pieno compimento dell’evoluzione della normativa nazionale in materia di salute e sicurezza sul lavoro. Nel tempo i Bandi di finanziamento ISI hanno mostrato una progressiva trasformazione sia in relazione alla definizione dell’entità degli importi erogabili, i quali sono stati progressivamente aumentati, sia in base alle tipologie di progetti ammessi a contributo, i quali sono divenuti gradualmente più numerosi e articolati.

L’obiettivo di questo Capitolo consiste nel valutare l’impatto prodotto sull’incidenza infortunistica, in particolare con riferimento al Bando ISI 2013, limitatamente alle sole società di capitali e ai progetti presentanti per acquisto nuovi macchinari o sostituzione/adeguamento di attrezzature in servizio antecedentemente al 1996.

A livello operativo, per poter valutare l’efficacia dell’iniziativa, è stato confrontato il tasso infortunistico medio nel tempo delle imprese beneficiarie con quello osservato nel gruppo di aziende di confronto, ossia quelle non beneficiarie del medesimo trattamento. L’esercizio valutativo dell’impatto del Bando ISI 2013 nella fase iniziale ha posto una serie di problematiche metodologiche: i) la presenza di valori mancanti nel dataset iniziale; ii) la non osservabilità di un gruppo di controllo; iii) il possibile impatto della variabile di trattamento sugli indici di bilancio aziendali, utilizzati come covariate nel modello. Alla luce di queste criticità, il processo di stima dell’effetto del trattamento è stato strutturato in quattro fasi sequenziali: per affrontare il punto i), è stata eseguita un’imputazione multipla dei dati mancanti tramite il metodo MICE (*Multiple Imputation by Chained Equations*); per affrontare il punto ii) è stata implementata una procedura di abbinamento delle imprese beneficiarie e non beneficiarie

messe a confronto attraverso una procedura di *matching*, al fine di costituire un gruppo di controllo mediante il sotto campionamento delle aziende idonee al finanziamento ma non selezionate al *click-day*; per affrontare il punto iii) e per stimare l'effetto del trattamento è stato utilizzato un modello *Difference-in-Differences* (M-DID) a effetti misti applicato su ciascuno dei *dataset* ottenuti a seguito di imputazione. In conclusione, gli *outcome* stimati sono stati aggregati in un unico effetto al fine di valutare correttamente la significatività e l'entità dell'impatto della politica, trattando adeguatamente l'incertezza artificialmente introdotta dal processo di imputazione.

I risultati ottenuti, implementando la suddetta strategia di valutazione, mostrano un impatto significativo del contributo ISI sul tasso infortunistico delle imprese beneficiarie rispetto a quelle appartenenti al gruppo di controllo. Le stime evidenziano una diminuzione media di 230-340 infortuni su 100.000 dipendenti rispetto al gruppo delle imprese non beneficiarie. Questo effetto è risultato più evidente quando l'orizzonte temporale *ex post* intervento è stato fissato nella finestra 2016-2019 (rispetto all'intervallo alternativo 2015-2019) con un risultato differenziale prodotto dal Bando 2013 di 278.5 infortuni in media in meno su 100.000 dipendenti, suggerendo un potenziale aumento dell'efficacia nel tempo della misura in virtù della piena maturazione degli effetti connessi agli investimenti intrapresi.

La significatività del trattamento è stata ulteriormente confermata da un test di falsificazione, che è stato eseguito per accertare che l'effetto stimato non fosse indipendente dal trattamento. Tale test ha contribuito a conferire maggiore robustezza alla validità delle evidenze empiriche rinvenute, portando ulteriori elementi a sostegno dell'efficacia dell'iniziativa (limitatamente alle sole società di capitali) nel migliorare i livelli di SSL. Il Capitolo è strutturato come segue: il paragrafo 2 passa in rassegna la letteratura che analizza lo studio delle determinanti e delle barriere per il raggiungimento di livelli ottimali di SSL. Il paragrafo 3 descrive il set di dati utilizzati per stimare l'effetto dell'iniziativa denominata Bando ISI 2013. Il paragrafo 4 espone la metodologia utilizzata per attuare il disegno di valutazione, mentre il paragrafo 5 delinea nel dettaglio la strategia di identificazione. Il paragrafo 6 mostra i risultati delle stime. Nel paragrafo 7, viene esposto e implementato il test di falsificazione, testando l'ipotesi alternativa che sia presente una differenza dei tassi infortunistici tra il gruppo delle imprese trattate e il gruppo di controllo nel periodo pretrattamento (2011-2012). Infine, il paragrafo 8 traccia le principali riflessioni conclusive.

2. Salute e sicurezza sul lavoro e tasso di incidenza infortunistico

Numerosi studi hanno analizzato le determinanti degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali, contribuendo a una letteratura che oggi sembra suggerire che la salute e sicurezza sul lavoro (SSL) siano un fenomeno complesso e multidimensionale, una combinazione di determinanti che vanno da fattori individuali e legati al luogo di lavoro, a caratteristiche del sistema produttivo e del mercato del lavoro, socioeconomiche e istituzionali (Laflamme, 1990; Fabiano *et al.*, 2004; Cornelissen *et al.*, 2017). Da questo punto di vista, la probabilità che si verifichi un infortunio sul lavoro

diminuisce o aumenta in base a un'ampia serie di fattori interagenti. La comprensione di questi elementi è fondamentale sia per le aziende che per i responsabili delle politiche (Micheli *et al.*, 2018).

Come sottolineato a più riprese dall'Agencia europea per la sicurezza e la salute sul lavoro (EU-OSHA), la letteratura non ha sviluppato esercizi di valutazione d'impatto specifici per gli interventi di sostegno diretto agli investimenti in SSL. In questa ottica il presente Capitolo è orientato a fornire delle prime valutazioni *ex post* sull'efficacia del Bando ISI 2013 orientato ad incentivare gli investimenti per l'acquisto di macchinari nuovi e/o sostituzione/adeguamento di attrezzature di lavoro in esercizio antecedentemente al 1996. Nella consapevolezza di inoltrarci in un contesto inesplorato, la presente sezione contribuisce ad evidenziare esclusivamente la consistente letteratura volta a investigare le determinanti del fenomeno infortunistico in ambito lavorativo. I portati multidimensionali raggiunti dai lavori esistenti hanno contribuito a creare il *basement* su cui costruire l'impianto metodologico seguito nel disegno di valutazione implementato.

In letteratura, rispetto alle determinanti della frequenza degli infortuni sul lavoro è possibile identificare quattro gruppi principali di fattori (Fabiano *et al.*, 2004): i) fattori individuali legati alle caratteristiche dei lavoratori (età, sesso) e all'esperienza (Kletz, 1993; Jeong, 1999; Fotta & Bockosh, 2000; de la Fuente *et al.*, 2014; Cioni & Savioli, 2016); ii) fattori legati al lavoro, all'organizzazione del lavoro e alle condizioni ambientali (Ferguson *et al.*, 1985; Rasmussen, 1987; Shannon *et al.*, 1996; Fabiano *et al.*, 2001; Vredenburg, 2002; de la Fuente *et al.*, 2014); iii) tecnologia utilizzata (Blank *et al.*, 1996; Kogi, 2002; Sari *et al.*, 2004; Zwetsloot, Schmitt-Howe & Nielsen, 2020); e iv) fattori economici, come le condizioni economiche generali, il tasso di disoccupazione, la legislazione in materia di lavoro e assicurazioni sociali, i cicli economici (Kossoris, 1938; Brooker *et al.*, 1997; Hartwig *et al.*, 1997; Ussif, 2004; Davies *et al.*, 2009; Aswaf *et al.* 2011).

Cornelissen *et al.* (2017) hanno ulteriormente ampliato la gamma delle determinanti della sicurezza sul lavoro, identificando e raggruppando diversi possibili determinanti degli infortuni sul lavoro in settori legandoli alla appartenenza settoriale delle imprese ritenute ad alto rischio infortunistico (ad esempio, edilizia, petrolchimica, magazzini e industria manifatturiera).

In aggiunta ai fattori tipizzati da Fabiano *et al.* 2004, un ampio filone di letteratura ha evidenziato l'importanza del c.d. *size effect* di impresa. In particolare, Scott e Nyaga (2019) mettono in luce come la diversa forma giuridica di impresa e la sua classe dimensionale possano influire sul tasso di *compliance* alle regole che tutelano la salute e sicurezza individuale del lavoratore. Tale evidenza potrebbe essere associata alla carenza di risorse e alla consapevolezza dei benefici scaturenti dagli investimenti in SSL nelle imprese di dimensioni minori (Antonsson *et al.*, 2002; Eakin, 2010; Hasle *et al.*, 2012; Cagno *et al.*, 2013; Walters & Wadsworth, 2016; Walters *et al.*, 2018).

Inoltre, per i proprietari-manager di imprese di piccole dimensioni le scelte in ambito SSL, come un ambiente di lavoro sano e sicuro, non sempre rappresentano una priorità rispetto alle scelte strategiche di breve periodo collegate all'operatività ordinaria dell'impresa. Come afferma Dorman (2000), nella sua dettagliata analisi qualitativa

va, le micro e PMI operano generalmente in mercati altamente competitivi con bassi margini di profitto, che le portano ad operare sulla base di scelte strategiche che scontano un orizzonte temporale di breve periodo.

Altri studi hanno esplorato la relazione sussistente tra indici di bilancio e il tasso infortunistico sul lavoro. Ad esempio, è stato mostrato che le aziende con un debito elevato tendono ad investire meno nella sicurezza sul posto di lavoro (Wu, Li & Yu, 2023), e che le aziende che generano maggiore valore aggiunto per dipendente hanno maggiori margini di risorse da investire in programmi sulla sicurezza sui luoghi di lavoro (Ashford, 1997; Veltri *et al.*, 2007; Fernández-Muñiz *et al.*, 2009).

Un ulteriore aspetto particolarmente rilevante per spiegare le differenze tra imprese nei livelli di SSL è la prospettiva settoriale: il tipo di processo produttivo è strettamente legato ai materiali utilizzati, alle attrezzature impiegate in un'industria, nonché alle attività svolte durante l'attività lavorativa (Eurofound, 2012; Toch *et al.*, 2014; Walters & Wadsworth, 2016; Eurofound, 2019; Eurofound, 2020), caratteristiche in grado di aumentare o diminuire il rischio dell'evento infortunistico o dell'insorgenza di una malattia professionale.

L'analisi della letteratura finora svolta mostra la complessità e la multidimensionalità della SSL e del fenomeno infortunistico, che spesso le imprese di minori dimensioni hanno difficoltà ad affrontare. Per tale motivo, il ruolo del supporto pubblico potrebbe risultare determinante a garantire l'applicazione delle norme. Inoltre, come mostrato nel presente paragrafo, gli effetti prodotti dall'innalzamento delle dotazioni tecnologiche delle imprese rappresentano una leva su cui agire per determinare ambienti di lavoro più sani e sicuri rispetto al rischio di accadimento dell'evento infortunistico.

Al meglio delle nostre conoscenze, tuttavia, la letteratura non ha affrontato esercizi di valutazione dell'impatto generato da politiche pubbliche di incentivazione diretta in ambito SSL. Alla luce di ciò, e dell'unicità in Europa della misura introdotta in Italia attraverso i Bandi ISI, il presente capitolo mira a valutare l'impatto generato dai progetti di investimento agevolati dal Bando ISI 2013 sul tasso di incidenza infortunistico.

Pertanto, il disegno di valutazione implementato nel presente lavoro, poggiando sui risultati raggiunti dalla letteratura sulle determinanti dei tassi di incidenza infortunistica, è orientato a fornire delle prime indicazioni sul seguente quesito di ricerca: il Bando INAIL ISI 2013, incentivando gli investimenti tangibili in materia di SSL, determina una diminuzione dell'incidenza infortunistica delle imprese beneficiarie?

3. Dati

Il *dataset* utilizzato per questo studio è stato ottenuto raccogliendo informazioni da tre diverse fonti di dati: dati relativi ai partecipanti al Bando ISI; registri degli infortuni sul lavoro (entrambi creati dall'INAIL) e il *dataset* "AIDA" relativo alle informazioni finanziarie delle società corporate monitorate. La scelta di lavorare sui dati del Bando ISI del 2013 ha garantito un periodo di *follow-up* sufficientemente lungo da permettere l'osservazione degli impatti della politica nel nostro studio. Inoltre, il Bando 2013 è stato il primo strutturato con un importo di sovvenzione significativamente

più elevato sul totale investito dalle imprese rispetto al passato, che ha garantito alle aziende un tetto massimo di copertura corrispondente al 65% dei costi di investimento per un massimo di 130.000 euro.

Il set di dati impiegato è stato ordinato al fine di rappresentare un quasi-esperimento in cui il trattamento è consistito nella concessione ed erogazione di contributi a fondo perduto. Al fine di organizzare i gruppi di trattamento e di controllo del quasi-esperimento, abbiamo strutturato il set di dati in modo da soddisfare i requisiti necessari per un disegno quasi sperimentale. In primo luogo, abbiamo organizzato le unità statistiche osservate in due gruppi rappresentativi di imprese ritenute ammissibili perché in possesso dei requisiti minimi per accedere alla procedura, ovvero quelle che hanno avuto successo al *click-day* e quelle che sono state respinte (fase 1), quindi abbiamo ricavato i gruppi di trattamento e di controllo utilizzati per lo studio controfattuale partendo da questi due gruppi (fase 2).

Per *click-day* intendiamo una procedura amministrativa, utilizzata per automatizzare l'accesso alla fase di esaminazione dei progetti in base all'ordine cronologico di presentazione delle domande. La procedura richiede alle aziende la presentazione della domanda entro un intervallo temporale specifico e autorizza l'accesso alle fasi di valutazione successive solo a quelle classificate più in alto secondo l'ordine cronologico di presentazione.

Prerequisito della prima fase del nostro studio è stato assumere che la procedura del *click-day*, utilizzata dall'INAIL nel processo di selezione, fosse assimilabile ad uno strumento di campionamento casuale, da cui abbiamo ricavato due campioni rappresentativi di aziende ammissibili al finanziamento, ovvero le imprese selezionate e quelle respinte al *click-day*. Più nello specifico, l'ordine cronologico di ricezione delle domande al *desk* virtuale è stato ipotizzato essere, in questo studio, frutto del caso e indipendente da eventuali caratteristiche delle aziende partecipanti. In questo senso, la prima fase del processo di campionamento che è derivato dall'impiego del meccanismo *click-day* è stata ritenuta sufficiente a simulare una procedura di campionamento pseudo-casuale senza sostituzione ed entrambi i gruppi ottenuti sono stati ritenuti implicitamente caratterizzati dalle stesse variabili osservabili e non osservabili.

La seconda fase della nostra analisi è stata necessaria per isolare i gruppi di trattamento e di controllo del disegno quasi-sperimentale proposto. Il gruppo di trattamento ha incluso le sole aziende che hanno ricevuto la sovvenzione tra quelle che hanno superato il *click-day*. Mentre, il gruppo di controllo ha compreso solo quelle aziende che avrebbero ottenuto effettivamente la sovvenzione se avessero partecipato alla fase di valutazione del progetto (mondo controfattuale) ma che a causa del solo esito casuale avverso del *click-day* non l'hanno potuta ricevere. Tali imprese sono state ricercate indirettamente nel campione delle ammissibili che non hanno superato il *click-day* attraverso l'impiego di una procedura di *matching* detta *Mahalanobis distance matching* che, utilizzando variabili ausiliarie, ha permesso una loro identificazione approssimativa nonostante queste non siano direttamente osservabili nel campione. La procedura di *matching* ci ha consentito di creare un disegno quasi-sperimentale, sulla base del quale abbiamo valutato l'impatto del finanziamento dei progetti sul tasso infortunistico.

Abbiamo prestato particolare attenzione alla pulizia del set di dati per garantire che

il trattamento fosse accuratamente catturato durante tutto il periodo di osservazione. Per raggiungere questo obiettivo, abbiamo eseguito le seguenti operazioni:

- a) abbiamo escluso tutte le società che avevano vinto i Bandi ISI tenuti prima e/o dopo il 2013. Ciò si è reso necessario per evitare sovrapposizioni nell'osservazione degli effetti della politica INAIL nel tempo e garantire che ciascuna società del campione di trattamento fosse condizionata dalla politica attraverso il riconoscimento di un solo finanziamento ISI. Questo ha eliminato qualsiasi effetto confondente e ci ha permesso di isolare l'impatto di un singolo Bando ISI;
- b) abbiamo definito le aziende con *click-day* non superato come le uniche aziende ammissibili che per almeno un progetto sono state respinte al *click-day* ma che nello stesso anno non hanno avuto successo al *click-day* con altri progetti. Il passaggio è stato necessario per evitare di contare due volte un'azienda che ha avuto successo al *click-day* ma che ha fallito anche lo stesso anno con almeno un progetto diverso (Prog-ISI);
- c) abbiamo considerato soltanto le imprese partecipanti che abbiano presentato un progetto di investimento;
- d) un ulteriore sotto campionamento, infine, ha riguardato l'esclusione delle imprese che non erano società di capitali, passo divenuto necessario per unire i *dataset* ISI e AIDA.

La tabella di partenza ha costituito la base informativa dello studio contenente 19.170 record, di cui una per azienda, a cui sono state collegate informazioni finanziarie e sugli infortuni. Dopo la pulizia del set di dati, che ha comportato la rimozione di duplicati e dati irrilevanti, il numero finale di aziende incluse nel database di lavoro si è ridotto significativamente a un totale di 14.299.

Un altro problema affrontato prima della stima è stata la gestione dei valori mancanti. Questi valori sono stati trattati utilizzando tecniche di imputazione multiple. Per ulteriori informazioni sulle specifiche tecniche relative alla stima, alle tecniche di imputazione e alle variabili impiegate nello studio, si rimanda alla sezione successiva.

4. Metodologia

L'obiettivo di questo lavoro è stato verificare l'effetto medio nel tempo che il trattamento, costituito dal contributo erogato dai Bandi ISI, ha determinato sul gruppo di società beneficiarie rispetto al gruppo di società a cui non è stato assegnato il medesimo trattamento.

Nella procedura di stima si è tenuto conto di una serie di criticità, tra cui: la presenza di valori mancanti nel dataset di partenza; la non osservabilità del gruppo di controllo; il potenziale impatto della variabile di trattamento sul bilancio aziendale.

I passaggi seguiti sono stati pianificati al fine di trattare ed includere appropriatamente nello stimatore finale l'incertezza derivante dalla presenza di osservazioni mancanti nel dataset impiegato.

Lo schema adottato può essere sinteticamente riassunto nei seguenti passaggi: 1) imputazione multipla dei dati mancanti; 2) abbinamento del gruppo di aziende trattate con quelle di controllo mediante sotto campionamento delle aziende ammissibili al finanziamento ma respinte al *click-day*; 3) calcolo di un modello lineare a effetti misti

per la stima *Difference-in-Differences* (DID), effettuato per ciascuno dei dataset ottenuti nella fase 2, mediante imputazione; 4) aggregazione degli effetti stimati in un unico effetto per poter testare la presenza e l'ampiezza dell'impatto della politica tenendo conto dell'incertezza imposta dal processo di imputazione.

4.1. Imputazione dei dati mancanti

A causa della presenza di diversi dati mancanti nel *dataset* impiegato, l'analisi ha richiesto il trattamento dei *missing data* preliminarmente alla fase di stima. Generalmente, la strategia ottimale di trattamento del dato mancante varia in relazione alla distribuzione di tali dati all'interno del *dataset*. Se la sequenza dei dati segue un modello *Missing Completely At Random* (MCAR), è sufficiente rimuovere i valori mancanti per assicurarne un adeguato pretrattamento dei dati senza compromettere la correttezza dell'analisi inferenziale. Questo approccio semplifica notevolmente i processi preliminari alla stima, ma di contro genera una significativa perdita di informazioni che si traducono in deviazioni standard più elevate dei relativi stimatori.

Al contrario, quando il percorso dei dati mancanti dipende dai dati osservati e pertanto segue un modello di *Missing At Random* (MAR), è preferibile l'impiego di *likelihood* condizionati ai dati osservati per giungere alle stime inferenziali. Infatti, nel caso i dati osservati fossero generati da una misura di probabilità condizionata sulle variabili osservate, anziché eliminare semplicemente i dati mancanti, sarebbe possibile crearne di nuovi in sostituzione dei valori mancanti impiegando utilmente la densità condizionata della variabile generatrice dei dati. In tal caso, l'impiego congiunto di dati sintetici e dei dati già osservati avrebbe il vantaggio di produrre stime senza perdita di informazioni, ossia senza che si renda necessario, ai fini inferenziali, l'esclusione di alcuni punti dello spazio campionario. Inferenze statistiche su set di dati parzialmente sintetici possono risultare valide sia in un contesto classico di verosimiglianza sia di tipo bayesiano (Schafer, 1999). Inoltre, il metodo può essere applicato anche quando è elevato il numero di dati mancanti in proporzione al totale (Schafer, 1999; Drechsler & Reiter, 2011).

Pertanto, per determinare la migliore strategia di stima, abbiamo preliminarmente studiato la natura dei dati mancanti da una prospettiva statistica. Abbiamo condotto in prima analisi il test di Little (1988), il quale ha restituito un *p-value* quasi nullo, in base al quale abbiamo respinto l'ipotesi nulla di MCAR (Rubin, 1976; Schafer & Graham 2002).

Considerato che abbiamo ritenuto valida l'ipotesi MAR e che i valori mancanti sono principalmente contenuti in modo sparso nel *dataset* AIDA, che contiene variabili aziendali spesso interdipendenti, abbiamo deciso di utilizzare un approccio ad imputazioni multiple. I metodi di imputazione multipla forniscono una procedura appropriata per condurre inferenze in presenza di dati mancanti in quanto non solo preservano le informazioni perse a causa della mancanza di dati, ma garantiscono un vantaggio rispetto alla singola imputazione in termini di adattabilità ai dati. Sebbene un'imputazione multipla induca variabilità artificiale nei dati, in ultima analisi garantisce stime di errore standard più plausibili rispetto a un singolo caso di imputazione, perché cat-

tura la componente di variabilità tra imputazioni invece di ometterla. Ciò garantisce, a differenza di un approccio ad imputazione singola, che i dati sintetici impiegati siano in numero sufficiente per catturare adeguatamente l'incertezza associata ai valori dei dati mancanti, ossia tra le imputazioni.

Inoltre, la corretta costruzione del generatore dei dati sintetici richiede a sua volta una corretta scelta della natura dei dati non osservabili (continui, discreti, di conteggio, di ordinamento) ed una esplicita definizione delle relazioni di interdipendenza tra le variabili osservabili al fine di evitare effetti di circolarità tra i dati.

Entrambi i problemi sono stati risolti simultaneamente nel nostro studio utilizzando un approccio noto come MICE (*Multiple Imputation by Chained Equations*), che consiste in un metodo di imputazione multipla (Azur *et al.*, 2011; Murray, 2018; Van Buuren, 2018). Il metodo MICE impiegato, rispetto ad altri metodi alternativi, ha il vantaggio di restituire sempre valori imputati che sono appartenenti al dominio dei dati osservati, indipendentemente dal tipo di dati trattati (continui, discreti, di conteggio, dati di ordinamento, ecc.), rendendoli robusti rispetto ad eventuali errori di specificazione. Questo approccio genera un insieme di previsioni puntuali per ogni valore mancante nel set di dati iniziale (Schafer & Graham 2002), assicurando che questi valori varino in misura maggiore all'aumentare dell'incertezza sul valore mancante (Greenland & Finkle, 1995). Questa tecnica di imputazione garantisce un elevato grado di adattamento ai dati perché permette di specificare sia il modello di stima, sia un diverso set di regressori per ciascuna delle singole variabili da imputare. Ciò consente, nel caso siano note le relazioni di dipendenza tra i cofattori, di generare imputazioni nei loro valori mancanti che, a differenza di altre tecniche e analoghe, è in grado di escludere eventuali problemi di circolarità tra le variabili. Ciò assicura una corretta imputazione dei dati mancanti in modo condizionato al reale disegno di campionamento sottostante (Reiter, Raghunathan & Kinney, 2006). Producendo diversi valori possibili per ogni dato mancante, il metodo restituisce un insieme di dataset alternativi, popolati da dati parzialmente sintetici, su ciascuno dei quali può essere fatta inferenza in modo indipendente.

L'algoritmo utilizzato per generare i diversi set di dati prevede che per ogni punto dello spazio campionario, ad ogni insieme di osservazioni mancanti, sia associato un set di regressori impiegati per fare imputazione. Il metodo di imputazione applicato varia a seconda del tipo di dati presenti nella colonna di destinazione (es. continuo, discreto, di conteggio, di ordinamento). Quindi, si procede secondo un algoritmo preciso che viene iterato fino a raggiungere valori imputati sufficientemente stabili in media e varianza. L'algoritmo prevede cinque passaggi: 1) Identificazione delle celle nel set di dati in cui si trovano i dati mancanti, che sono chiamate "segnaposto". In esse, i valori iniziali imputati di solito corrispondono a una misura di tendenza centrale come la media o la moda della colonna corrispondente oppure un valore casuale tratto dalla medesima colonna; 2) Distinzione di una matrice X dei regressori contenente una combinazione di valori osservati e valori imputati al punto 1 e una colonna di destinazione che scegliamo arbitrariamente di definire come target Y tra quelle che contengono i valori imputati al precedente punto. In quest'ultima colonna, a differenza di quelle che contengono i relativi regressori, i valori mancanti vengono riposizionati nei segnaposto. In questo modo, la colonna di destinazione Y può essere divisa in due parti,

la colonna dei valori mancanti Y^{mis} e la colonna con le osservazioni Y^{obs} ; 3) L'insieme di dati X è suddiviso anch'esso in due blocchi di righe coincidenti con quelle definite dai raggruppamenti ottenuti nella fase 2, vale a dire X^{obs} individuato dalle righe di Y^{obs} e X^{mis} individuato dalle righe di Y^{mis} . A questo punto, un modello predittivo di Y^{obs} è stimato utilizzando i regressori X^{obs} ed è usato per imputare Y^{mis} dato X^{mis} . I valori così ottenuti in questa fase corrispondono alle imputazioni della prima iterazione della variabile *target*. Questi valori possono essere impiegati nella fase successiva come regressori contenuti assieme agli altri valori osservati o già imputati nei punti precedenti; 4) I passaggi da 2 a 3 vengono ripetuti per ogni colonna contenente i valori mancanti, che si alternano come variabile *target* di destinazione. Il passaggio 4 termina un ciclo di iterazione quando tutti i valori mancanti sono sostituiti da valori imputati generati dal modello predittivo stimato; 5) I passaggi da 2 a 4 vengono ripetuti, aggiornando ogni volta i valori imputati.

In questo studio, abbiamo utilizzato un metodo chiamato *Predictive Mean Matching* per ottenere valori imputati per il nostro modello predittivo. Questo metodo è stato applicato nelle fasi 3 e 4 della MICE. Punto di forza del *Predictive Mean Matching* risiede nel fatto che non impone la linearità al modello predittivo impiegato. All'interno dell'algoritmo di imputazione, il metodo si articola partendo da una preliminare fase di stima tramite *Bayesian regression* per la variabile *target*. Dal modello bayesiano si ottengono due vettori parametrici di regressione, la *posterior mean* $\hat{\beta}$ e un vettore estratto tramite campionamento di Gibbs dalla *posterior distribution* $\hat{\beta}$ (Raghuathan *et al.*, 2001; Zhang, 2003). Una volta ottenuti questi vettori, viene calcolata la distanza tra ogni coppia (i, j) di valori mancanti e osservati, vale a dire $\eta(i, j) = |X_i^{obs}\hat{\beta} - X_j^{mis}\hat{\beta}|$ dove X_i^{obs} è l' i -esima riga della matrice di dati X^{obs} , mentre X_j^{mis} è la j -esima riga della matrice di dati X^{mis} . Quindi l'algoritmo fornisce n_0 insiemi di valori candidati a divenire imputazioni, chiamati donatori, uno per ogni riga mancante in X^{mis} . In particolare, l'insieme dei candidati donatori Z_j associati alla j -esima riga mancante in X^{mis} è definito come l'insieme di tutte le $Y_{i_k}^{obs}$ con $k = 1, \dots, d$ dove le d posizioni sono identificate come quei valori di Y^{obs} per cui la somma delle distanze $\eta(i_k, j)$ ottenuta per ogni $k = 1, \dots, d$ è minimizzata (dove d è il numero di estrazioni dalla *posterior distribution* $\hat{\beta}$). Dopo aver ottenuto i donatori, la procedura assegna il ruolo di dato imputato da assegnare a Y_j^{mis} al valore estratto casualmente da Z_j . Questa procedura viene ripetuta per ogni j -esimo valore mancante per $j = 1, \dots, n_0$. Per maggiori dettagli Van Buuren (2018).

Si noti inoltre che, per lo stesso numero di iterazioni, ogni imputazione non porta mai allo stesso risultato perché il *Multiple Imputation by Chained Equations* (MICE) richiede il campionamento del vettore parametrico $\hat{\beta}$ che viene estratto casualmente tramite campionamento di Gibbs da una *posterior distribution*.

4.2. Matching del gruppo di unità trattate e di controllo

Per stimare gli effetti delle politiche di intervento economico confronteremo il tasso infortunistico delle imprese ammissibili che hanno effettivamente ricevuto finanziamenti (trattamento) con i loro ipotetici controfattuali (controllo).

Come osservato in precedenza, il *click-day* è uno strumento cruciale per lo svolgi-

mento di tale studio, in quanto permette la suddivisione delle imprese ammissibili in due gruppi, secondo uno schema di campionamento quasi-casuale senza sostituzione. Poiché la selezione delle imprese dipende essenzialmente dal caso, si presume che sia il gruppo di società non selezionate nel *click-day*, NS (non superato), sia il gruppo di società selezionate nel *click-day*, S (superato), siano rappresentativi della medesima popolazione di imprese ammissibili. Pertanto, le società dei gruppi NS e S possono essere idealmente impiegate per costruire campioni da utilizzare per lo studio controfattuale, in quanto condividono implicitamente le medesime caratteristiche osservabili e non osservabili.

Tuttavia, l'utilizzo diretto di tali gruppi non è plausibile, nel nostro studio controfattuale, in quanto in nessuno dei due gruppi il trattamento, corrispondente all'attribuzione del finanziamento, è assegnato con certezza. Infatti, è empiricamente sperimentato che in nessun anno osservato la concessione del finanziamento sia stata corrisposta a tutte le aziende appartenenti al gruppo S, nonostante siano state costituite esclusivamente da imprese ammissibili al finanziamento.

Pertanto, risulta necessario un approccio che individui sotto raggruppamenti di S ed NS tali da costituire adeguati gruppi di trattamento e di controllo che siano entrambi rappresentativi, per caratteristiche comuni, della medesima popolazione di imprese.

Per stimare l'effetto della politica di intervento economico dei Bandi ISI, è quindi necessario confrontare il tasso infortunistico delle sole aziende che hanno ricevuto il finanziamento, azione che definisce la variabile di trattamento, rispetto al loro ipotetico controfattuale nella popolazione di tutte le imprese ammissibili. Formalmente, le uniche unità statistiche che vorremmo osservare per confrontarne il tasso infortunistico sono quelle appartenenti al sottogruppo di società liquidate, L , del gruppo di società selezionate ($L \subset S$) e quelle del sottogruppo di società che sarebbero state liquidate se fossero state selezionate ($L \subset NS$). Tuttavia, mentre il sottogruppo L di S è direttamente osservabile, il sottogruppo L di NS non lo è direttamente e deve essere stimato.

Ipotizzando che esista una certa corrispondenza tra l'appartenenza dell'unità statistica a uno dei sottogruppi elencati e le sue caratteristiche osservabili, un approccio percorribile consiste nell'applicare un metodo di *matching* (Rosenbaum, 1999; Rubin, 2007; Stuart, 2010) per identificare $L \subset NS$ ossia per identificare le sole società da inserire legittimamente nel gruppo di controllo.

In tal modo siamo in grado di costruire un gruppo di controllo plausibile rispetto al gruppo di trattamento, riducendo così il rischio di *bias* di selezione rispetto all'insieme delle caratteristiche osservabili utilizzate. Il *matching* agisce come una tecnica di pre-elaborazione dei dati, una sorta di metodo di post-campionamento, che viene utilizzato in combinazione con altre tecniche di stima controfattuale, come la differenza nelle differenze, per garantire che le stime finali siano sufficientemente precise da consentire l'inferenza causale.

Si potrebbe obiettare che sia sufficiente confrontare direttamente i gruppi S e NS , invece di $L \subset S$ e $L \subset NS$, per stimare l'effetto del trattamento giungendo allo stesso risultato senza il bisogno di applicare una tecnica di abbinamento, essendo la differenza di effetto tra i due gruppi unicamente attribuibile al trattamento, sebbene di solo un sottogruppo di S . Tuttavia, questa considerazione non terrebbe conto del fatto che

l'eventuale introduzione di imprese non finanziate, tra le imprese trattate, genererebbe un vizio che comporterebbe la violazione dell'ipotesi SUTVA (Rubin, 1977) alla base dello studio da realizzare. Euristicamente, se il numero di aziende con *click-day* superato fosse sufficientemente elevato e solo una di queste aziende finisse per essere vincitrice del contributo nel campione, lo studio potrebbe sottostimare l'effetto del trattamento, in quanto restituirebbe una variazione media nel tempo del tasso infortunistico nel gruppo di trattamento approssimativamente uguale a quella del gruppo di controllo (es. tendenze quasi parallele dei due gruppi in un modello *Difference-in-Differences* – DID), portando alla possibile falsa conclusione che l'incentivo ISI non avrebbe prodotto alcun effetto sulla popolazione di riferimento indipendentemente dall'effetto esercitato sull'unica impresa finanziata. Una stima in tale contesto, infatti, sarebbe incapace di misurare isolatamente sull'unica unità statistica sottoposta al trattamento l'effetto che, in linea di principio, potrebbe essere significativamente elevato e che coinciderebbe, in tal caso, al reale effetto medio stimato sull'intera popolazione di società potenzialmente liquidabili. Di conseguenza, minore è il numero di società effettivamente liquidate $L \subset S$, rispetto al numero di imprese selezionate S incluse nel campione di imprese trattate, tanto più la stima dell'effetto sarà sottostimata. Pertanto, dato l'elevato numero di imprese non liquidate osservato negli anni 2015-2019 (38,46% delle imprese selezionate), riteniamo che l'utilizzo di una preliminare procedura di *matching*, per pre-elaborare i dati prima della stima, sia una condizione necessaria per garantire i presupposti di una corretta stima dell'impatto. Inoltre, il *matching* risulta ulteriormente utile anche a causa della presenza di aziende non liquidate che, pur non ricevendo finanziamenti esattamente come il loro controfattuale, realizzano effettivamente il progetto prima che venga presa la decisione finale di assegnazione del finanziamento come sintomo di un "*anticipation effect*", ovvero solo perché "incentivate" dalla speranza di ricevere il rimborso del finanziamento al termine del processo di selezione e non come conseguenza del finanziamento (esternalità positive marginali). Pertanto, l'inclusione delle società non liquidate nel gruppo di società trattate determinerebbe un contesto ambiguo che non consentirebbe di distinguere il reale effetto controfattuale dall'indesiderato *anticipation effect* del trattamento.

In conclusione, con una procedura di *matching* siamo in grado di evitare la sottostima del vero effetto controfattuale ed evitare di includere nell'effetto totale l'*anticipation effect* (esternalità positiva) che altrimenti non potrebbe essere estrapolato.

A sostegno dell'utilizzo della tecnica di *matching* evidenziamo che l'esclusione delle società selezionate imposta dall'INAIL durante la fase di istruttoria, che in gran parte determina ($L^C \subset S$), è per sua natura influenzata da caratteristiche osservabili dell'azienda che hanno guidato la decisione dell'ente.

Due approcci comuni sono il Propensity Score Matching – PSM (Rosenbaum & Rubin, 1983) e il Mahalanobis Distance Matching – MDM (Cochran & Rubin, 1973; Rubin, 1979; Rubin, 1980).

Il Propensity Score Matching (PSM) è in grado di bilanciare efficacemente le covariate e ridurre i *bias* di selezione negli studi osservazionali. Ciò accade perché, controllando per il *propensity score*, la distribuzione delle covariate risulta simile tra i soggetti che hanno ricevuto il trattamento e quelli che non lo hanno ricevuto. Il PSM è uno

dei metodi più comunemente usati per rendere più plausibile l'inferenza causale ed è noto per la sua semplicità d'implementazione e d'interpretazione, che lo rende una scelta popolare tra gli analisti (Austin, 2011; Guo & Fraser, 2014).

Siamo consapevoli che la procedura di *matching*, da sola, non sempre è sufficiente per calcolare il trattamento medio. Anche dopo il *matching*, possono sussistere *bias* residui dovuti a fattori non osservabili. Se sono disponibili dati longitudinali e tale *bias* è costante nel tempo, uno stimatore *Difference-in-Differences* (DID) può eliminare l'errore, poiché confronta nel tempo le variazioni osservate nei gruppi di trattamento e controllo. Abbiamo perciò deciso di impiegare, dopo la procedura di *matching* PSM, uno stimatore *Difference-in-Differences* (M-DID).

4.3. DID con modalità mista lineare

La disponibilità di dati longitudinali micro-fondati ha permesso l'uso di un modello *Difference-in-Differences* (DID). Per stimare l'impatto della politica di incentivazione ISI tramite un modello DID, è requisito necessario definire il momento in cui gli effetti della politica di finanziamento diventano evidenti in modo da stabilire univocamente un tempo precedente e successivo al trattamento. Sebbene siano note le tempistiche della procedura amministrativa, che ad esempio richiede che i progetti siano completati entro dodici mesi dall'approvazione tecnico-amministrativa, non lo sono altrettanto le tempistiche dei loro effetti, che dimostrerebbero la loro efficacia nell'abbattere il tasso infortunistico in quanto, per loro natura, variabili in ragione della tipologia di progetto finanziato e dei tempi di implementazione. Quand'anche ci limitassimo a studiare l'effetto differenziato per tipologia di progetto risulterebbe quanto mai ostico se non impossibile riconoscere gli effetti a breve termine² per le singole aziende a causa della bassa frequenza di osservazione con cui si manifestano solitamente gli incidenti sul lavoro. Di conseguenza, abbiamo scelto di raggruppare i dati in due periodi – pre e post-trattamento – e calcolare una media temporale delle variabili stazionarie nel modello. Il periodo di pretrattamento copre il periodo 2011-2013, mentre il periodo post-trattamento copre il periodo 2015-2019. I dati dell'anno 2014 sono stati esclusi per garantire un'indicazione significativamente più omogenea del rischio di incidenti e limitare il rischio di ambiguità nella stima degli effetti causali nel tempo.

Quando si utilizza l'approccio *Difference-In-Differences*, si selezionano delle *confounding variables* per controllare l'eterogeneità tra i gruppi di trattamento e di controllo, in modo tale che le aspettative sugli *outcome* potenziali nel tempo non dipendano dallo stato del trattamento (Lechner, 2011). Gli *outcome* dei due gruppi vengono poi utilizzati per stimare l'effetto del trattamento nel tempo sfruttando le osservazioni disponibili prima e dopo l'intervento.

Precisamente, il modello DID stima l'effetto del trattamento confrontando la variazione nel tasso medio infortunistico osservato nelle aziende prima e dopo il trattamento,

² È ragionevole ipotizzare che quanto più vicini sono i dati osservati, successivamente al tempo di trattamento, tanto più affidabile sarà l'analisi controfattuale di uno studio pseudo-randomizzato, perché minore è il rischio che l'effetto osservato sia attribuibile a condizioni esogene rispetto al trattamento.

rispetto al valore ipotetico atteso che si sarebbe osservato se il trattamento non avesse avuto luogo. Per definire il valore ipotetico controfattuale si assume una variazione parallela a quella del gruppo di controllo, riflettendo l'ipotesi che l'andamento del tempo dell'outcome, per il gruppo delle imprese trattate, sarebbe stato in media simile a quello del gruppo di controllo in assenza di trattamento (ipotesi di tendenza parallela).

Nella scelta del modello di stima abbiamo inoltre tenuto conto della possibile presenza di eventuali fattori non osservabili in grado di influenzare negativamente la correttezza degli effetti causali stimati del trattamento. lo stimatore DID fornisce, infatti, un *unbiased estimate* degli impatti delle politiche, almeno nei casi in cui i *bias* dovuti ad *unobservable heterogeneity* siano costanti nel tempo (vedi appendice).

Nel modello proposto, estendiamo inoltre la versione della regressione DID basata sulle ipotesi classiche (*SUTVA*, *exogeneity* delle covariate, *no anticipation effects*, *common trend assumption*) (Lechner, 2011) per tenere conto della complessità delle caratteristiche delle aziende coinvolte nell'analisi sfruttando gerarchicamente la profondità dei dati disponibili. Infatti, i dati micro-strutturati in campione ci forniscono un livello di dettaglio, che le rendono adatte ad essere descritte da una tipica struttura gerarchica di un modello a effetti misti che incorpora contemporaneamente effetti condivisi da tutte le aziende della popolazione (*fixed effects*)³ ed effetti unici specifici per ciascuna impresa imprevedibili ma interdipendenti con le unità appartenenti al medesimo cluster di appartenenza (*random effects*)⁴.

Il principale vantaggio derivante dall'impiego di un modello ad effetti misti risiede nella capacità di prevenire *false-positive associations*⁵, e di incrementare la potenza dei test, applicando implicitamente correzioni specifiche alla struttura del campione sulla base di specifiche caratteristiche della popolazione di aziende sottoposte allo studio (Yang *et al.*, 2014; Loh *et al.*, 2015). Aggiungendo effetti random al modello DID classico otteniamo maggiore affidabilità sulla significatività dei parametri stimati andando a modellare con maggiore precisione la distribuzione del tasso infortunistico anche in presenza di strutture *crossed and nested clustered*, tipiche dei dati micro-strutturati. Quindi, abbiamo incluso sia le covariate X_{it} , i cui effetti sono condivisi da tutte le imprese, effetti fissi, sia covariate a livello di cluster T_i , t , ed u_i i cui effetti sono individuali non prevedibili e che costituiscono i *random effect*. Per assicurare una maggiore eterogeneità degli effetti tra le imprese abbiamo inoltre utilizzato dei *grouping factors* come variabili di interazione sui *random effects*. Tali fattori raggruppano le unità della popolazione di imprese target in tanti cluster omogenei, quante sono le possibili modalità ad essi associate. Ciò permette di distinguere un effetto diverso che i *random effect* (intercetta o *slope*) esercitano sulla variabile dipendente in funzione dell'appartenenza dell' i -esima unità osservata ad uno specifico cluster (Bates *et al.*,

³ I *fixed-effects models* assumono che ciascuna unità statistica considerata nell'analisi condivida il medesimo effetto atteso (Barili *et al.*, 2018).

⁴ I *random effects models* assumono che ci siano differenti effetti attesi per ciascuna unità statistica che si distribuiscono attorno ad un valore medio (Barili *et al.*, 2018).

⁵ Si intende ridurre al minimo il rischio di rigettare erroneamente l'ipotesi di assenza di un effetto significativo (Type I Error) sui *fixed effects* come il DID.

2015). Ogni effetto misurato sul medesimo cluster viene interpretato come una misura ripetuta nel cluster⁶ (Littell *et al.*, 2000) il che risulta particolarmente adatto anche per utilizzare correttamente i dati raggruppati nei due periodi di pre e post-trattamento.

L'equazione del modello è definita come:

$$Y_{it} = \gamma_0 + \gamma_{1i} T_i + \gamma_{2i} t + \gamma_3 DID_{it} + \gamma_4 X_{it} + u_i + \varepsilon_{it}$$

dove Y_{it} rappresenta il tasso infortunistico per la singola impresa i al momento t , T_i è un vettore *dummy* che indica se l'impresa i appartiene al gruppo di trattamento, t è una *dummy* che mostra se le osservazioni sono ottenute nel periodo precedente o successivo al tempo di trattamento, DID_{it} è la variabile d'interazione tra T_i e t il cui parametro associato γ_3 misura l'effetto marginale del trattamento nel gruppo dei trattati rispetto al gruppo di controllo, X_{it} è una matrice di variabili esogene deterministiche che sono impiegate per assicurare la *conditional independence assumption* tra la variabile di trattamento e gli outcome potenziali e rafforzare l'ipotesi della *common trend assumption*, γ_0 , γ_3 e γ_4 sono i coefficienti deterministici del modello (*fixed effects*), u_i rappresenta l'intercetta casuale per l'impresa, mentre γ_{1i} , γ_{2i} , sono pendenze casuali, e ε_{it} rappresenta il termine di errore residuo ipotizzato essere indipendente dalle pendenze casuali e dall'intercetta casuale.

4.4. Pooling

Dopo aver creato una serie di *dataset* contenenti dati parzialmente sintetici, mediante imputazioni multiple, abbiamo stimato un modello DID per ciascuno di questi in modo indipendente come se i dati fossero stati completamente osservati.

Dopodiché, al fine di ottenere uno stimatore aggregato del modello DID (*pooled estimator*), è stato necessario combinare i risultati ottenuti in un unico stimatore in modo tale che comprendesse, oltre che l'effetto dell'incertezza all'interno di ogni modello, anche l'effetto della variabilità sintetica addizionale ereditata dall'impiego della tecnica ad imputazioni multiple (vedi paragrafo 4.1).

Si noti che il *point estimate* ottenuto tramite *pooled estimator* per dati parzialmente sintetici corrisponde ad una semplice media campionaria di una statistica di interesse calcolata sui diversi *dataset*, che nel nostro caso è coincisa con la media campionaria delle stime degli effetti fissi dei modelli DID. Ciò è giustificato poiché si presuppone che gli effetti fissi siano i medesimi indipendentemente dal *dataset* impiegato. Ci sono due stimatori ben noti in letteratura per questo scopo: lo stimatore di Rubin (Rubin, 1987), adatto per set di dati completamente sintetici, e lo stimatore di Reiter per set di dati parzialmente sintetici (Reiter, 2003).

Lo stimatore di *pooling* di Reiter corregge la stima della varianza di Rubin assumendo che il meccanismo di sostituzione che produce dati non disponibili possa dipendere dai dati osservati e/o dal meccanismo di campionamento, in linea con l'ipotesi

⁶ Ad ogni vettore riga identico si associa una differente unità di campionamento, ovvero un cluster all'interno del quale alle unità statistiche ad esso appartenenti è associato un effetto randomico imprevedibile ma che è interdependente tra le unità in esso contenute.

MAR (Reiter, Raghunathan & Kinney, 2006). Reiter fornisce anche le condizioni in base alle quali la media campionaria delle statistiche ottenute dai set di dati parzialmente sintetici rappresenti uno stimatore corretto nella popolazione di set di dati completamente osservati. Poiché il modello scelto opera con un set di dati parzialmente sintetici e presumendo che il percorso mancante dei dati originali sia MAR, si è scelto di adottare lo stimatore di *pooling* di Reiter.

L'approccio seguito fornisce un unico stimatore asintotico che ha restituito un unico valore di media e varianza dei parametri d'interesse partendo dai differenti dataset.

5. Strategia di identificazione

Al fine di verificare l'entità dell'impatto generato dalla politica di incentivazione ISI, sul livello di rischio infortunistico, espresso come tasso annuo infortunistico delle imprese beneficiarie, abbiamo quantificato l'entità della correzione della dinamica tendenziale del tasso infortunistico annuo per effetto del finanziamento concesso, in un periodo compreso tra gli anni precedenti e quelli successivi al completamento del progetto finanziato dall'INAIL. Come precedentemente anticipato, abbiamo utilizzato a tale scopo un modello DID (*Difference-in-Differences*) contenente sia effetti fissi che casuali poiché si è ritenuto utile, per spiegare correttamente il tasso infortunistico, includere anche ulteriori variabili esogene in grado di assicurare una informazione aggiuntiva rispetto a quella ricavabile dalle sole variabili di trattamento, di tempo e dalle loro interazioni. Le covariate impiegate sono state: TipoAz, che definisce il tipo di società in base al suo status giuridico (1 = Srl, 2 = Spa, 3 = Cooperative e Consorzi, 4 = Altri tipi di imprese); Tecno, variabile che classifica l'azienda in base all'intensità tecnologica che caratterizza la sua produzione (High, Low); Debt_equity_ratio, che fornisce il rapporto debito/patrimonio netto; e VA_pc, che mostra il valore aggiunto per singolo dipendente. Per scegliere un adeguato set di covariate da assegnare al modello come variabili esogene abbiamo tenuto conto di indicazioni ricavate dalla letteratura scientifica in materia. Ad esempio, Scott e Nyaga (2019), hanno evidenziato come le diverse strutture giuridiche di un'azienda e le loro dimensioni possano influire sulla conformità alle regole che tutelano la sicurezza individuale del lavoratore sul luogo di lavoro. Anche le caratteristiche tecnologiche della produzione aziendale possono influenzare il tasso infortunistico, essendo le imprese a più elevata intensità tecnologica in possesso solitamente di sistemi di gestione della SSL maggiormente complessi che tendenzialmente favoriscono un migliore livello di sicurezza sui luoghi di lavoro rispetto ad analoghe aziende a bassa intensità tecnologica (Kogi, 2002; Zwetsloot, Schmitt-Howe & Nielsen, 2020).

In modo analogo, anche gli indici finanziari, come il rapporto debito/patrimonio netto (Debt_equity_ratio) e il valore aggiunto per singolo dipendente (VA_pc), sono correlati al tasso infortunistico sul lavoro in diversi modi. Ad esempio, è stato studiato che le aziende con un debito elevato tendono ad investire meno nella sicurezza sul posto di lavoro (Wu, Li & Yu, 2023), mentre le aziende che generano più valore aggiunto per dipendente possono permettersi di riservare più risorse da investire in program-

mi sulla sicurezza sui luoghi di lavoro (Fernández-Muñiz *et al.*, 2009; Veltri *et al.*, 2007; Ashford, 1997; Priest *et al.*, 1979). La complessità dei dati microstrutturati in nostro possesso, però, ci ha suggerito un modo per trarre un quadro ancora più accurato di quanto sia possibile basandoci unicamente sui cofattori menzionati. Un modello DID a effetti misti, che tenga conto della eterogeneità dei dati stratificando il campione, appare adatta a fornire stime più accurate rispetto ad un modello DID determinato solo da effetti fissi, e a migliorare l'interpretazione complessiva dei risultati e dei fattori sottostanti che incidono sui rischi sulla SSL.

In particolare, l'inclusione di effetti casuali nel modello DID può aiutare a tenere conto della variabilità nei dati che non può essere spiegata dai soli effetti fissi e che per sua natura è intrinsecamente non prevedibile a livello di singola unità statistica. Tali effetti, se inclusi nel modello, possono fornire informazioni essenziali per aiutare a comprendere come si distribuisce il tasso infortunistico in relazione a specifiche caratteristiche della popolazione di imprese.

Per definire una struttura di stratificazione della popolazione di imprese, abbiamo fatto interagire gli effetti casuali con dei *grouping factors*, chiamati anche covariate a livello di cluster. L'inclusione delle *grouping factors* ha consentito di distinguere gli effetti casuali per affiliazione territoriale (PROVINCIA), tipo di settore di produttività (ATECO) e dimensione aziendale (DIM_AZI). Si precisa che DIM_AZI non fornisce un dato numerico ma indica semplicemente l'appartenenza dell'azienda ad una delle nove fasce di ULA utilizzate dall'INAIL per determinare il requisito di ammissibilità al finanziamento.

Aggiungendo gli effetti casuali e le loro interazioni all'interno del modello abbiamo potuto meglio descrivere la microstruttura dei dati disponibili da cui abbiamo colto caratteristiche essenziali di eterogeneità tra gruppi di imprese che hanno consentito una migliore gestione della varianza non spiegata dal modello ad effetti fissi e stime più precise dell'effetto DID.

Le variabili d'interazione scelte come *grouping factors* sono state: l'appartenenza territoriale per PROVINCIA, che è stata fatta interagire con l'intercetta u_i , il tipo di attività economica prevalente (gruppi ATECO), che ha diversificato il trend con cui il tasso infortunistico annuo si è modificato nel tempo t indipendentemente dal trattamento, e la dimensione aziendale DIM_AZI, che caratterizza l'eterogenea risposta del tasso infortunistico annuo del gruppo di imprese trattate T_i . Diverse sono le ragioni che ci hanno spinto ad adottare questo schema di analisi. In primo luogo, l'aggiunta di un raggruppamento per PROVINCIA, ad esempio, ha consentito di modellare l'eterogeneità non osservata esistente all'interno di ciascuna provincia rispetto al tasso di incidenti, dovute a differenze nelle abitudini di sicurezza, nella cultura o in altri fattori locali non osservabili che possono influenzare la probabilità che si verifichino incidenti a livello di singola impresa. Lo stesso si può dire in modo equivalente per altre covariate a livello di cluster come ATECO e DIM_AZI. Inoltre, uno studio condotto per l'Agenzia europea per la salute sicurezza sul lavoro (Esler, 2010) ha sottolineato la correlazione tra fattori contestuali, come le dimensioni e il settore dell'azienda, e l'efficacia della politica. Questi fattori possono modificare gli effetti che le politiche di intervento hanno sulle singole imprese. Pertanto, riteniamo sia stato vantaggioso introdurre questi fattori di

eterogeneità nell'analisi perché ci hanno consentito di stimare più efficacemente l'impatto generato dalla politica di finanziamento implementata dall'INAIL.

Per eseguire la stima abbiamo assunto che sia gli effetti casuali che l'errore residuo siano stati distribuiti normalmente, con media zero e con varianze costanti in i e t . L'attribuzione di una media nulla agli effetti casuali ci ha fornito implicitamente una misura di come il sottoinsieme dei parametri di regressione, per l' i -esimo individuo, abbia deviato da quelli della popolazione. Inoltre, abbiamo assunto che gli effetti casuali ($\gamma_{1i}, \gamma_{2i}, u_i$) e l'errore residuo ε_{it} fossero indipendenti e seguissero una distribuzione normale multivariata.

Le stime sono state eseguite utilizzando il metodo di massima verosimiglianza residua – REML (Patterson & Thompson, 1971), che è in grado di produrre stime imparziali delle componenti di varianza nei modelli misti lineari (Lindstrom & Bates, 1988; Smyth & Verbyla, 1996). Per la comparabilità tra diverse aziende, è stato necessario introdurre un vettore di pesi a priori al fine di bilanciare l'eteroschedasticità nella volatilità dei tassi di infortuni tra aziende con un diverso numero di dipendenti. Questo approccio pondera le osservazioni in base alla loro varianza inversa, consentendo al modello di attribuire maggiore peso alle osservazioni più informative. I pesi sono stati determinati a priori anziché derivati dai residui, poiché abbiamo ritenuto che non sarebbe stato praticabile ottenere pesi affidabili dai residui stessi in quanto la natura rara dell'evento infortunio avrebbe reso inefficace la stima della varianza per le imprese di dimensioni più piccole. Le ponderazioni a priori sono state ottenute assumendo che la volatilità variasse più che proporzionalmente rispetto al numero di dipendenti e sono state quantificate come il numero di dipendenti al quadrato standardizzato in modo tale che il peso variasse tra 0 e 1.

Un altro aspetto di cui abbiamo tenuto conto riguarda le relazioni tra la variabile di assegnazione del trattamento, le altre covariate e la variabile dipendente (Zhao, *et al.*, 2021), con l'obiettivo di evitare possibili *bias* di selezione. In particolare, abbiamo individuato un problema di stima nelle interazioni tra le variabili finanziarie incluse nel modello e la variabile di trattamento. Queste variabili finanziarie, essendo un riflesso diretto della situazione finanziaria delle aziende, non solo influenzano la capacità di gestire i rischi SSL e quindi il tasso di infortuni, ma sono a loro volta influenzate dal contributo concesso dai Bandi ISI.

Questo scenario può generare distorsioni nelle stime, poiché l'effetto del trattamento sul tasso infortunistico non si manifesta solo attraverso una relazione diretta, ma si propaga anche attraverso le variabili finanziarie, rendendo così impossibile ottenere una stima non distorta dell'effetto diretto.

Quindi, al fine di stimare correttamente l'effetto del trattamento nel tempo, abbiamo scelto di includere, come covariate del modello DID, le soli componenti filtrate delle variabili di bilancio che non fossero influenzate dalla variabile di trattamento. Tali componenti sono state isolate regredendo separatamente ciascuna variabile di bilancio sulla variabile di trattamento, mediante un modello logistico e cogliendo la componente di errore secondo una logica di stima a due stadi. Queste componenti sono state definite `filter(Debt_equity_ratio)` e `filter(VA_pc)` nel nostro modello.

6. Risultati di stima

Per valutare l'impatto del finanziamento ISI sul tasso infortunistico delle imprese beneficiarie, secondo il nostro quadro di analisi, è sufficiente quantificare l'effetto costante (fisso) γ_3 , che chiameremo d'ora in poi DID, e verificarne il segno, l'entità e la significatività. In particolare, esaminando il parametro DID siamo in grado di quantificare di quanto varia nel tempo il tasso infortunistico delle aziende finanziate rispetto a quella del gruppo di controllo. Riepilogando quanto spiegato nei precedenti paragrafi, la stima è stata effettuata controllando per due covariate continue, `filter(Debt_equity_ratio)` `filter(VA_pc)`, e altre due discrete, `Tecno` e `TipoAz`, quest'ultime introdotte nel modello aggiungendo una variabile dummy per ciascuno dei loro livelli ad eccezione di uno di questi, per evitare la *dummy variable trap*. Nel dettaglio, abbiamo incluso le modalità `Tecno_Low`, che ha specificato le imprese a bassa intensità tecnologica, e le modalità `TipoAz_2`, `TipoAz_3` e `TipoAz_4` le quali hanno identificato la struttura giuridica delle imprese rispettivamente come Spa, Cooperative e Consorzi, o altre forme giuridiche.

Riconoscendo che l'analisi degli effetti fissi da sola sarebbe stata insufficiente a modellare adeguatamente le molteplici caratteristiche presenti nella popolazione delle imprese eleggibili al finanziamento, abbiamo integrato nel modello DID anche degli effetti casuali con interazioni.

In particolare, abbiamo aggiunto un termine di intercetta casuale u_i , diversificata per PROVINCIA, per catturare le specificità territoriali, una pendenza casuale nella variabile temporale t , diversificata per settore produttivo (ATECO), per tenere conto delle dinamiche settoriali, e una pendenza casuale nella variabile di trattamento T_i condivisa dalle aziende con le stesse dimensioni (DIM_AZI), per considerare come quest'aspetto influenzi l'osservabilità dell'impatto del finanziamento sul tasso infortunistico.

Come mostrato in Tabella 1, il numero di infortuni sul numero dei dipendenti negli anni 2015-2019 e negli anni 2016-2019 è stato inferiore al valore che ipoteticamente si sarebbe osservato, in assenza del finanziamento ISI (ipotesi di trend parallelo), rispettivamente di 240 e 278.5 infortuni in meno ogni 100.000 dipendenti.

Osservando i valori di *p-value* del parametro DID stimato si nota che l'andamento temporale del tasso medio di infortuni osservato nei periodi 2015-2019 e 2016-2019 è stato significativamente inferiore nelle aziende trattate rispetto a quelle non trattate in entrambi i gruppi di anni 2015-2019 e 2016-2019. Da notare che negli anni 2016-2019, in cui tutte le imprese finanziate hanno avuto il progetto pienamente operativo, troviamo un valore DID inferiore che avvalorerebbe l'ipotesi di una progressiva efficacia della misura nel tempo.

Relativamente alle altre variabili, notiamo una coerenza interna rispetto a fatti empirici ampiamente noti in letteratura. Ad esempio, le imprese di ogni struttura giuridica mostrano una tendenza negativa che è coerente con una tendenza naturalmente discendente osservabile nelle imprese europee. Al contrario, vi è una crescita del tasso di infortuni per le aziende a basso contenuto tecnologico in linea con gli studi di Kogi (2002) e Zwetsloot, Schmitt-Howe e Nielsen (2020).

Tabella 1. – PSM matching

Variabili	2011-2013	2011-2013
	2015-2019	2016-2019
DID	-0.0024** (0.0009)	-0.0027** (0.0009)
Filter(Debt_equity_ratio)	0.0256 (0.0132)	0.0615*** (0.0114)
Filter(VA_pc)	-0.0262* (0.0132)	-0.0612*** (0.0114)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0073*** (0.0007)	-0.0056*** (0.0007)
Cooperative e Consorzi	-0.0088** (0.0028)	-0.0058* (0.0026)
Altri tipi di imprese	-0.0105*** (0.0008)	-0.0080*** (0.0007)
Tecnologia = Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia = Bassa	0.0012 (0.0006)	0.0029*** (0.0006)
(Costante)	0.0165*** (0.0006)	0.0132*** (0.0006)
N° imputazioni	50	50

Significatività statistica: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

Un altro dato interessante riguarda la significatività degli effetti delle variabili finanziarie che, coerentemente con la teoria, mostrano una riduzione del tasso infortunistico all'aumentare del filter(VA_pc) e, allo stesso tempo, mostrano un aumento dei casi all'aumentare di filter(Debt_equity_ratio) superiore.

La politica di incentivi diretti alle imprese sembra essere giustificata dal risultato. Infatti, le aziende fortemente indebitate sono alcune delle aziende target che questa politica sostiene, poiché solitamente non possono permettersi programmi volti a ridurre il rischio di incidenti in assenza di finanziamenti esterni, a causa della difficoltà di avviare piani di investimento a lungo termine finalizzati all'innovazione, soprattutto nel campo della salute e sicurezza sul lavoro. Allo stesso tempo, un maggiore valore aggiunto pro-capite favorisce una riduzione del rischio infortunistico poiché permette di avviare programmi come la sostituzione dei vecchi impianti con quelli nuovi, in grado di garantire standard di sicurezza più elevati.

Si noti che in entrambi i modelli proposti abbiamo incluso come variabili di controllo solo quelle parti delle variabili finanziarie, il rapporto debito/patrimonio netto e il valore aggiunto pro capite, che non possono spiegare la relazione di dipendenza tra la variabile di trattamento e queste variabili finanziarie. Una trasformazione, basata sulla regressione logistica, assicura che l'effetto DID stimato includa l'effetto complessivo che la variabile di trattamento ha sul risultato altrimenti distribuito tra gli effetti delle covariate finanziarie. Per comprendere meglio come l'effetto predeterminato del trattamento potrebbe influenzare le stime, proponiamo il modello in Tabella 2 in cui le variabili finanziarie citate, il rapporto debito/patrimonio netto e il valore aggiun-

to pro capite delle imprese, sono utilizzate come regressori direttamente nel modello senza una preliminare purificazione dall'effetto predeterminato esercitato dalla variabile di trattamento. Il modello mostra elevati livelli di robustezza anche se il trattamento propaga i suoi effetti sulla variabile di esito, ma perde alcune caratteristiche osservate nei modelli precedenti come: l'effetto incrementale del DID passando dal gruppo di anni 2015-2019 al gruppo 2016-2019. Inoltre, le variabili finanziarie non sembrano più rispondere in modo coerente con le aspettative teoriche.

Tabella 2. – PSM matching

Variabili	2011-2013 2015-2019	2011-2013 2016-2019
DID	-0.0034*** (0.0007)	-0.0023*** (0.0007)
Debt_equity_ratio	0.0014*** (0.0004)	0.0007 (0.0004)
VA_pc	0.0007* (0.0003)	0.0017*** (0.0003)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0071*** (0.0007)	-0.0056*** (0.0007)
Cooperative e Consorzi	-0.0093** (0.0028)	-0.0060* (0.0027)
Altri tipi di aziende	-0.0107*** (0.0008)	-0.0081*** (0.0007)
Tecnologia = Alta	Stato di riferimento	Stato di riferimento
Tecnologia =. Bassa	0.0012 (0.0006)	0.0029*** (0.0006)
(Costante)	0.0167*** (0.0005)	0.0130*** (0.0005)
N° imputazioni	50	50

Significatività statistica: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

7. Test di falsificazione

Finora, i modelli che abbiamo proposto hanno supportato l'ipotesi di una deviazione di tendenza al ribasso nel tasso di infortuni tra le aziende trattate rispetto al gruppo di controllo. Sebbene le nostre stime siano molto solide, in questo paragrafo proviamo a mettere in discussione la validità delle ipotesi chiave alla base delle derivazioni di queste stime. Nello specifico, in questa sezione proponiamo un test per valutare la validità dell'ipotesi parallela verificando che i tassi di infortunio non si discostino dal percorso parallelo previsto in modo che le tendenze dei due gruppi (gruppo di imprese trattate e di controllo) condividano la stessa pendenza. Possiamo verificare l'ipotesi nulla dell'assunzione parallela sfruttando lo stesso framework presentato nei modelli 1 e 2 osservando la significatività del parametro DID in un periodo precedente a quello del trattamento.

Tabella 3. – Test di falsificazione

Variabili	2011-2012	2011-2012
	PSM	MDM
DID	-0.0002 (0.0010)	-0.0002 (0.0010)
Filter(Debt_equity_ratio)	0.0260 (0.0265)	0.0437** (0.0153)
Filter(VA_pc)	-0.0254 (0.0265)	-0.0443** (0.0153)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0042*** (0.0009)	0.0007 (0.0009)
Cooperative e Consorzi	-0.0092* (0.0042)	0.0153*** (0.0027)
Altri tipi di imprese	-0.0080*** (0.0009)	-0.0081*** (0.0009)
Tecnologia = Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia = Bassa	-0.0004 (0.0008)	0.0055*** (0.0007)
(Costante)	0.0150*** (0.0007)	0.0112*** (0.0007)
N° imputazioni	50	50

Significatività statistica: *** $p < 0.001$; ** $p < 0.01$; * $p < 0.05$

La Tabella 3 presenta stime basate sugli stessi gruppi trattati e di controllo utilizzati per valutare l'impatto del Bando ISI 2013, ma questa volta per confrontare il tasso di infortuni osservato nell'intervallo di anni 2011-2012.

Il modello DID sfrutta i dati osservati e imputati negli anni 2011 e 2012, il che significa che non sono stati utilizzati dati medi prima di completare l'analisi.

Abbiamo scelto il periodo 2011-2012 per garantire che le osservazioni fossero abbastanza lontane da quelle utilizzate nell'analisi iniziale per evitare, nella misura delle nostre possibilità, qualsiasi condizionamento tra le variabili osservate nel tempo. L'analisi è stata eseguita due volte per verificare la resilienza del risultato a una diversa procedura di preelaborazione dei dati (Propensity score matching (PSM) e Mahalanobis Distance Matching (MDM)). In entrambi i casi, non abbiamo potuto rifiutare l'ipotesi parallela in quanto i t-test hanno mostrato che il parametro DID non è significativo, fornendoci un'ulteriore conferma della validità delle analisi precedenti.

8. Conclusioni

Lo scopo del presente studio è stato valutare (limitatamente al sotto campione delle sole società di capitali e per i progetti di investimenti in asset tangibili) l'impatto dei contributi erogati dal Bando ISI 2013 sul rischio infortunistico delle aziende beneficiarie, confrontando il tasso infortunistico medio nel tempo con quello osservato in un gruppo di aziende non beneficiarie del medesimo trattamento. La stima è stata condot-

ta affrontando una serie di problematiche metodologiche, tra cui la presenza di valori mancanti nel dataset iniziale, la non osservabilità di un gruppo di controllo, il possibile impatto della variabile di trattamento sugli indici di bilancio aziendali, utilizzati come covariate nel modello. Il metodo di stima è stato scelto al fine di gestire e incorporare accuratamente l'incertezza derivante dalle osservazioni mancanti nel dataset utilizzato. Il processo di stima può essere sintetizzato in quattro fasi sequenziali: imputazione multipla dei dati mancanti tramite il metodo MICE (*Multiple Imputation by Chained Equations*); *matching* tra le aziende finanziate e non, per costituire il gruppo di controllo mediante il sotto campionamento delle aziende idonee al finanziamento ma non selezionate al *click-day*; utilizzo di un modello *Difference-in-Differences* (M-DID) a effetti misti applicato su ciascuno dei dataset ottenuti a seguito di imputazione; aggregazione dei risultati stimati in un unico effetto al fine di valutare correttamente la significatività e l'entità dell'impatto della politica, trattando adeguatamente l'incertezza artificialmente introdotta dal processo di imputazione.

I risultati tratti da questo studio indicano un impatto significativo del finanziamento ISI sul tasso infortunistico delle imprese beneficiarie. Le stime evidenziano una diminuzione media di 230-340 infortuni su 100.000 dipendenti rispetto al gruppo delle imprese non beneficiarie. Questo effetto è risultato più evidente durante il periodo in cui le imprese finanziate hanno operato con tutti i progetti pienamente attivi (2016-2019), che è risultato di 278.5 infortuni in media in meno su 100.000 dipendenti, suggerendo un potenziale aumento dell'efficacia nel tempo della misura.

Inoltre, variabili finanziarie come il rapporto debito/patrimonio netto e il valore aggiunto pro-capite hanno mostrato un'associazione significativa con il tasso di infortuni. I test di falsificazione eseguiti per verificare l'ipotesi parallela confermano la solidità delle analisi precedenti, attestando la validità delle stime effettuate e supportando ulteriormente l'ipotesi dell'efficacia degli strumenti di incentivazione diretta agli investimenti per il miglioramento dei livelli di SSL.

9. Bibliografia

- Antonsson, A.B., Birgersdotter, L. & Bornberger-Dankvardt, S. (2002). *Small enterprises in Sweden: Health and safety and the significance of intermediaries in preventive health and safety*.
- Asfaw, A., Pana-Cryan, R. & Rosa, R. (2011). The Business Cycle and the Incidence of Workplace Injuries: Evidence from the U.S.A. *Journal of Safety Research*, 42, 1-8. doi:10.1016/j.jsr.2010.10.008.
- Ashford, N.A. (1997). *The importance of taking technological innovation into account in estimating the costs and benefits of worker health and safety regulation*.
- Austin, P.C. (2011). An introduction to propensity score methods for reducing the effects of confounding in observational studies. *Multivariate behavioral research*, 46(3), 399-424.
- Azur, M.J., Stuart, E.A., Frangakis, C. & Leaf, P.J. (2011). Multiple imputation by chained equations: what is it and how does it work?. *International journal of methods in psychiatric research*, 20(1), 40-49.
- Barili, F., Parolari, A., Kappetein, P.A. & Freemantle, N. (2018). Statistical Primer: heterogeneity, random- or fixed-effects model analyses?. *Interactive cardiovascular and thoracic surgery*, 27(3), 317-321.
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B. & Walker, S. (2015). Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v067.i01>.
- Blank, V., Diderichsen, F., & Andersson, R. (1996). Technological Development and Occupational

- Accidents as a Conditional Relationship: A Study Over Eighty Years in the Swedish Mining Industry. *Journal of Safety Research*, 27(3), 137-146. doi:10.1016/0022-4375(96)00014-X.
- Brooker, A.S., Frank, J., & Tarasuk, V.S. (1997). Back Pain Claim Rates and the Business Cycle. *Social Science and Medicine*, 45(3), 429-439. doi:10.1016/S0277-9536(96)00359-0.
- Cagno, E., Micheli, G.J., Masi, D. & Jacinto, C. (2013). Economic evaluation of OSH and its way to SMEs: A constructive review. *Safety science*, 53, 134-152.
- Cioni, M., & Savioli, M. (2016). Safety at the Workplace: Accidents and Illnesses. *Work, Employment and Society*, 30(5), 858-875. doi:10.1177/0950017015590759.
- Cochran, W.G. & Rubin, D.B. (1973). *Controlling bias in observational studies: A review. Sankhyā: The Indian Journal of Statistics, Series A*, 417-446.
- Cornelissen, P.A., Van Hoof, J.J. & De Jong, M.D. (2017). Determinants of safety outcomes and performance: A systematic literature review of research in four high-risk industries. *Journal of Safety Research*, 62, 127-141.
- Davies, R., Jones, P., & Nuñez, I. (2009). The Impact of the Business Cycle on Occupational Injuries in the UK. *Social Science and Medicine*, 69, 178-182. doi:10.1016/j.socscimed.2009.04.033.
- de La Fuente, V.S., Camino López, M.A., Fontaneda González, I.F., Alcántara, O.J., & Ritzel D.O. (2014). The Impact of Economic Crisis on Occupational Injuries. *Journal of Safety Research*, 48, 77-85. doi:10.1016/j.jsr.2013.12.007.
- Dorman, P. (2000). *The economics of safety, health, and well-being at work: an overview*. Geneva: ILO.
- Drechsler, J. & Reiter, J.P. (2011). An empirical evaluation of easily implemented, nonparametric methods for generating synthetic datasets. *Computational Statistics & Data Analysis*, 55(12), 3232-3243.
- Eakin, J. (2010). Towards a 'standpoint' perspective: Health and safety in small workplaces from the perspective of the workers. *Policy and Practice in Health and Safety*, 8(2), 113-127.
- Elsler, D., Treutlein, D., Rydlewska, I., Frusteri, L., Krüger, H., Veerman, T., ... & Taylor, T.N. (2010). A review of case studies evaluating economic incentives to promote occupational safety and health. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 289-298.
- Eurofound (2012), *Fifth European Working Conditions Survey*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Eurofound (2014), *Occupational profiles in working conditions: Identification of groups with multiple disadvantages*, Dublin.
- Eurofound (2019), *Working conditions and workers' health*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Eurofound (2020), *Working conditions in sectors*, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Fabiano, B., Currò, F. & Pastorino, R. (2004). A study of the relationship between occupational injuries and firm size and type in the Italian industry. *Safety science*, 42(7), 587-600.
- Ferguson, J., McNally, M. & Booth, R. (1985). Accidental Injuries Among Naval Personnel by Occupation, Duty Status, and Pay-Grade. *Accident Analysis and Prevention*, 17(1), 79-86. doi:10.1016/0001-4575(85)90011-9.
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J.M. & Vázquez-Ordás, C.J. (2009). Relation between occupational safety management and firm performance. *Safety science*, 47(7), 980-991.
- Fotta, B. & Bockosh, G. (2000). "The Aging Workforce: An Emerging Issue in the Mining Industry". National Safety for Occupational Safety and Health (NIOSH), *Mining Safety and Health Research*. <https://www.cdc.gov/niosh/mining/works/cover-sheet1199.html>.
- Greenland, S. & Finkle, W.D. (1995). A critical look at methods for handling missing covariates in epidemiologic regression analyses. *American journal of epidemiology*, 142(12), 1255-1264.
- Guo, S. & Fraser, M.W. (2014). *Propensity score analysis: Statistical methods and applications* (Vol. 11). SAGE publications.
- Hartwig, R.P., Kahley W.J., Restrepo T.E. & Retterath R.C. (1997). Workers' Compensation and Economic Cycles: A Longitudinal Approach. *Proceedings of the Casualty Actuarial Society*, 84, 660-700. https://www.casact.org/sites/default/files/database/proceed_proceed97_97660.pdf.
- Hasle, P., Limborg, H.J., Kallehave, T., Klitgaard, C. & Andersen, T.R. (2012). The working envi-

- ronment in small firms: Responses from owner-managers. *International Small Business Journal*, 30(6), 622-639.
- Jeong, B. (1999). Comparisons of Variables Between Fatal and Nonfatal Accidents in Manufacturing Industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23, 565-572. doi:10.1016/S0169-8141(98)00020-1.
- King, G. & Nielsen, R. (2019). Why propensity scores should not be used for matching. *Political analysis*, 27(4), 435-454.
- Kletz, T.A. (1993). Accident Data—The Need for a New Look at the Sort of Data That are Collected and Analysed. *Safety Science*, 16(3-4), 407-415. doi:10.1016/0925-7535(93)90061-H.
- Kogi, K. (2002). Work improvement and occupational safety and health management systems: common features and research needs. *Industrial health*, 40(2), 121-133.
- Kossoris, M. (1938). Industrial Injuries and the Business Cycle. *Monthly Labor Review*, 61, 579-595.
- Laflamme, L. (1990). A better understanding of occupational accident genesis to improve safety in the workplace. *Journal of occupational accidents*, 12(1-3), 155-165.
- Lechner, M. (2011). The estimation of causal effects by difference-in-difference methods. *Foundations and Trends in Econometrics*, 4(3), 165-224.
- Lindstrom, M.J. & Bates, D.M. (1988). Newton—Raphson and EM algorithms for linear mixed-effects models for repeated-measures data. *Journal of the American Statistical Association*, 83(404), 1014-1022.
- Littell, R.C., Pendergast, J. & Natarajan, R. (2000). Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. *Statistics in medicine*, 19(13), 1793-1819.
- Little, R.J. (1988). A test of missing completely at random for multivariate data with missing values. *Journal of the American statistical Association*, 83(404), 1198-1202.
- Loh, P.R., Tucker, G., Bulik-Sullivan, B.K., Vilhjálmsson, B.J., Finucane, H.K., Salem, R.M., ... & Price, A.L. (2015). Efficient Bayesian mixed-model analysis increases association power in large cohorts. *Nature genetics*, 47(3), 284-290.
- Micheli, G.J., Cagno, E. & Calabrese, A. (2018). The transition from occupational safety and health (OSH) interventions to OSH outcomes: An empirical analysis of mechanisms and contextual factors within small and medium-sized enterprises. *International Journal of environmental research and public health*, 15(8), 1621.
- Murray, J.S. (2018). Multiple imputation: a review of practical and theoretical findings. *Statistical Science*.
- Patterson, H.D. & Thompson, R. (1971). Recovery of inter-block information when block sizes are unequal. *Biometrika*, 58(3), 545-554.
- Raghunathan, T.E., Lepkowski, J.M., Van Hoewyk, J. & Solenberger, P. (2001). A multivariate technique for multiply imputing missing values using a sequence of regression models. *Survey methodology*, 27(1), 85-96.
- Rasmussen, J. (1987). Reasons, Causes and Human Errors. In Rasmussen, J., Duncan, K. & Leplat, J. (edited by). *New Technology and Human Error*. UK: Wiley and Sons Ltd, 293-303.
- Reiter, J.P. (2003). Inference for partially synthetic, public use microdata sets. *Survey Methodology*, 29(2), 181-188.
- Reiter, J.P., Raghunathan, T.E. & Kinney, S.K. (2006). The importance of modeling the sampling design in multiple imputation for missing data. *Survey Methodology*, 32(2), 143.
- Rosenbaum, P.R. (1999). Choice as an alternative to control in observational studies. *Statistical Science*, 14(3), 259-304.
- Rosenbaum, P.R. & Rubin, D.B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.
- Rubin, D.B. (1976). Inference and missing data. *Biometrika*, 63(3), 581-592.
- Rubin, D.B. (1977). Assignment to treatment group on the basis of a covariate. *Journal of educational Statistics*, 2(1), 1-26.
- Rubin, D.B. (1979). Using multivariate matched sampling and regression adjustment to control bias in observational studies. *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 318-328.

- Rubin, D.B. (1980). Bias reduction using Mahalanobis-metric matching. *Biometrics*, 293-298.
- Rubin, D.B. (1987). *Multiple imputation for nonresponse in surveys* (Vol. 81). John Wiley & Sons.
- Rubin, D.B. (1996). Multiple imputation after 18+ years. *Journal of the American statistical Association*, 91(434), 473-489.
- Rubin, D.B. (2007). The design versus the analysis of observational studies for causal effects: parallels with the design of randomized trials. *Statistics in medicine*, 26(1), 20-36.
- Salberini, G. & Signorini, S. (2020). Gli aiuti di Stato per il miglioramento della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro. In Ragazzi, E. (a cura di). *L'efficacia degli incentivi agli investimenti in sicurezza* (Quaderni IRCrES, 5/2). Moncalieri, TO: CNR-IRCrES, 9-16. <http://dx.doi.org/10.23760/2499-6661.2020.006>.
- Sari, M., Duzgun H., Karpuz, C. & Selcuk, A. (2004). Accident Analysis of Two Turkish Underground Coal Mines. *Safety Science*, 42, 675-690. doi:10.1016/j.ssci.2003.11.002.
- Schafer, J.L. (1999). Multiple imputation: a primer. *Statistical methods in medical research*, 8(1), 3-15.
- Schafer, J.L. & Graham, J.W. (2002). Missing data: our view of the state of the art. *Psychological methods*, 7(2), 147.
- Shannon, H.S., Walters, V., Lewchuk, W., Richardson, J., Moran, L.A., Haines, T. & Verma, D. (1996). Workplace organizational correlates of lost-time accident rates in manufacturing. *American journal of industrial medicine*, 29(3), 258-268.
- Scott, A. & Nyaga, G.N. (2019). The effect of firm size, asset ownership, and market prices on regulatory violations. *Journal of Operations Management*, 65(7), 685-709.
- Smyth, G.K. & Verbyla, A.P. (1996). A conditional likelihood approach to residual maximum likelihood estimation in generalized linear models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 58(3), 565-572.
- Stuart, E.A. (2010). Matching methods for causal inference: A review and a look forward. *Statistical science: a review journal of the Institute of Mathematical Statistics*, 25(1), 1.
- Toch, M., Bambra, C., Lunau, T., van der Wel, K.A., Witvliet, M.I., Dragano, N. & Eikemo, T.A. (2014). All part of the job? The contribution of the psychosocial and physical work environment to health inequalities in Europe and the European health divide. *International Journal of Health Services*, 44(2), 285-305.
- Ussif, A.A. (2004). An International Analysis of Workplace Injuries. *Monthly Labor Review*, 127, 41-51.
- Van Buuren, S. (2018). *Flexible imputation of missing data*. CRC press.
- Van Buuren, S. & Groothuis-Oudshoorn, K. (2011). mice: Multivariate imputation by chained equations. *R. Journal of statistical software*, 45, 1-67.
- Veltri, A., Pagell, M., Behm, M. & Das, A. (2007). A data-based evaluation of the relationship between occupational safety and operating performance. *Journal of SH&E Research*, 4(1), 1-22.
- Vredenburg, A.G. (2002). Organizational Safety: Which Management Practices are Most Effective in Reducing Employee Injury Rates?. *Journal Safety Research*, 33(2), 259-276. doi:10.1016/S0022-4375(02)00016-6.
- Walters, D. & Wadsworth, E.J. (2016). *Contexts and arrangements for occupational safety and health in micro and small enterprises in the EU-SESAME projects*.
- Walters, D., Wadsworth, E., Hasle, P., Refslund, B., Ramioul, M. & Antonsson, A.B. (2018). *Safety and health in micro and small enterprises in the EU: the view from the workplace*.
- Wu, X., Li, Y. & Yu, Y. (2023). CEO inside debt and employee workplace safety. *Journal of Business Ethics*, 182(1), 159-175.
- Yang, J., Zaitlen, N.A., Goddard, M.E., Visscher, P.M. & Price, A.L. (2014). Advantages and pitfalls in the application of mixed-model association methods. *Nature genetics*, 46(2), 100-106.
- Zhang, P. (2003). Multiple imputation: theory and method. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, 581-592.
- Zhao, Q.Y., Luo, J.C., Su, Y., Zhang, Y.J., Tu, G.W. & Luo, Z. (2021). Propensity score matching with R: conventional methods and new features. *Annals of translational medicine*, 9(9).
- Zwetsloot, G., Schmitt-Howe, B. & Nielsen, K.T. (2020). Success factors for OSH implementation. Opening the black box of OSH realisation. *Policy and Practice in Health and Safety*, 18(2), 196-210.

Appendice 1

Miriamo a stimare l'effetto della chiamata ISI sul tasso di incidenza delle imprese liquidate. Per raggiungere questo obiettivo, possiamo utilizzare un modello di differenza nelle differenze (*DID*), che confronta il cambiamento di risultato per il gruppo trattato (imprese liquidate tra le imprese selezionate) alla modifica del risultato per il gruppo di controllo (imprese liquidate tra le imprese non selezionate $L \subseteq NS$) nello stesso periodo di tempo. Lo stimatore *DID* viene calcolato come segue:

$$DID = (\bar{y}_{L \subseteq S,1} - \bar{y}_{L \subseteq S,0}) - (\bar{y}_{L \subseteq NS,1} - \bar{y}_{L \subseteq NS,0})$$

dove $\bar{y}_{L \subseteq S,1}$ è l'esito atteso per il gruppo trattato dopo il trattamento, $\bar{y}_{L \subseteq S,0}$ è l'esito atteso per il gruppo trattato prima del trattamento $\bar{y}_{L \subseteq NS,1}$ è l'esito atteso per il gruppo di controllo dopo il trattamento, e $\bar{y}_{L \subseteq NS,0}$ è l'esito atteso per il gruppo di controllo prima del trattamento.

Lo stimatore *DID* elimina qualsiasi eterogeneità costante che influisce \bar{y}_t nel tempo perché è una differenza di variazioni temporali. Pertanto, lo stimatore *DID* fornisce una stima imparziale dell'effetto della politica, indipendentemente dalla presenza di una costante eterogeneità.

Appendice 2

Le successive 10 Tabelle presentano i 50 modelli di risultati stimati indipendentemente su ciascuno dei 50 database imputati che hanno generato il risultato riportato in Tabella 2 PSM MATCHING per il dataset costruito sull'accorpamento dei dati negli anni 2011-2013 e 2016-2019.

Predittore	Modello 1	Modello 2	Modello 3	Modello 4	Modello 5
(Intercept)	0.0135*** (0.0006)	0.0136*** (0.0006)	0.0129*** (0.0006)	0.0142*** (0.0005)	0.0132*** (0.0005)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0058*** (0.0007)	-0.0057*** (0.0007)	-0.0063*** (0.0007)	-0.0055*** (0.0007)	-0.0058*** (0.0007)
Cooperative e consorzi	-0.0060 (0.0027)	-0.0057 (0.0024)	-0.0047 (0.0027)	-0.0062 (0.0025)	-0.0050 (0.0025)
Altri tipi di imprese	-0.0077*** (0.0007)	-0.0073*** (0.0007)	-0.0062*** (0.0007)	-0.0087*** (0.0007)	-0.0091*** (0.0006)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0028*** (0.0006)	0.0024*** (0.0006)	0.0019*** (0.0006)	0.0025*** (0.0006)	0.0026*** (0.0005)
Filter (VA_pc)	0.0874*** (0.0102)	0.0783*** (0.0125)	0.0904*** (0.0077)	0.0469*** (0.0097)	0.0840*** (0.0115)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.0870*** (0.0103)	-0.0780*** (0.0125)	-0.0905*** (0.0077)	-0.0461*** (0.0097)	-0.0840*** (0.0115)
TREATMENT:TIME	-0.0033*** (0.0009)	-0.0029*** (0.0008)	-0.0010 (0.0009)	-0.0049*** (0.0008)	-0.0028*** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Osservazioni	6538	6538	6538	6538	6538

Predittore	Modello 6	Modello 7	Modello 8	Modello 9	Modello 10
(Intercept)	0.0126*** (0.0005)	0.0132*** (0.0005)	0.0139*** (0.0007)	0.0130*** (0.0005)	0.0132*** (0.0006)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0049*** (0.0007)	-0.0062*** (0.0007)	-0.0065*** (0.0008)	-0.0058*** (0.0007)	-0.0059*** (0.0007)
Cooperative e consorzi	-0.0063 (0.0026)	-0.0058 (0.0026)	0.0059 (0.0033)	-0.0067* (0.0026)	-0.0054 (0.0026)
Altri tipi di imprese	-0.0087*** (0.0007)	-0.0081*** (0.0007)	-0.0095*** (0.0008)	-0.0088*** (0.0007)	-0.0082*** (0.0007)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0037*** (0.0006)	0.0030*** (0.0006)	0.0023*** (0.0007)	0.0036*** (0.0006)	0.0029*** (0.0006)
Filter (VA_pc)	0.0330* (0.0130)	0.0616*** (0.0082)	0.0812*** (0.0157)	0.0677*** (0.0085)	0.0827*** (0.0114)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.0327* (0.0129)	-0.0611*** (0.0082)	-0.0802*** (0.0156)	-0.0670*** (0.0085)	-0.0824*** (0.0113)
TREATMENT:TIME	-0.0022** (0.0008)	-0.0031*** (0.0008)	-0.0027** (0.0010)	-0.0030*** (0.0008)	-0.0028*** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Observations	6538	6538	6538	6538	6538

Predittore	Modello 11	Modello 12	Modello 13	Modello 14	Modello 15
(Intercept)	0.0130*** (0.0006)	0.0130*** (0.0005)	0.0132*** (0.0006)	0.0134*** (0.0006)	0.0128*** (0.0006)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0058*** (0.0007)	-0.0059*** (0.0007)	-0.0056*** (0.0007)	-0.0057*** (0.0007)	-0.0056*** (0.0007)
Cooperative e consorzi	-0.0058 (0.0026)	-0.0059 (0.0025)	-0.0059 (0.0025)	-0.0061 (0.0026)	-0.0057 (0.0026)
Altri tipi di imprese	-0.0067*** (0.0008)	-0.0076*** (0.0007)	-0.0091*** (0.0007)	-0.0070*** (0.0008)	-0.0082*** (0.0007)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0030*** (0.0006)	0.0030*** (0.0006)	0.0029*** (0.0006)	0.0028*** (0.0006)	0.0035*** (0.0006)
Filter (VA_pc)	0.0643*** (0.0090)	0.0558*** (0.0073)	0.0568*** (0.0102)	0.0652*** (0.0087)	0.0673*** (0.0113)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.0642*** (0.0090)	-0.0562*** (0.0073)	-0.0568*** (0.0102)	-0.0648*** (0.0087)	-0.0673*** (0.0113)
TREATMENT:TIME	-0.0025** (0.0009)	-0.0023** (0.0008)	-0.0026*** (0.0008)	-0.0036*** (0.0009)	-0.0024** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Observations	6538	6538	6538	6538	6538

Predittore	Modello 16	Modello 17	Modello 18	Modello 19	Modello 20
(Intercept)	0.0131*** (0.0006)	0.0131*** (0.0008)	0.0127*** (0.0006)	0.0136*** (0.0005)	0.0132*** (0.0006)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0054*** (0.0007)	-0.0056*** (0.0010)	-0.0054*** (0.0007)	-0.0052*** (0.0007)	-0.0066*** (0.0007)
Cooperative e consorzi	-0.0063 (0.0027)	-0.0062 (0.0038)	-0.0055 (0.0025)	-0.0068* (0.0026)	-0.0058 (0.0026)
Altri tipi di imprese	-0.0085*** (0.0007)	-0.0070*** (0.0010)	-0.0086*** (0.0007)	-0.0103*** (0.0006)	-0.0084*** (0.0007)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0028*** (0.0006)	0.0021 (0.0008)	0.0037*** (0.0006)	0.0022*** (0.0006)	0.0032*** (0.0006)
Filter (VA_pc)	0.0440*** (0.0082)	0.0571*** (0.0130)	0.0542*** (0.0083)	0.0382** (0.0128)	0.0866*** (0.0072)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.0437*** (0.0081)	-0.0567*** (0.0130)	-0.0540*** (0.0083)	-0.0379** (0.0127)	-0.0859*** (0.0072)
TREATMENT:TIME	-0.0025*** (0.0009)	-0.0004 (0.0012)	-0.0026*** (0.0008)	-0.0023** (0.0008)	-0.0033*** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Observations	6538	6538	6538	6538	6538

Predittore	Modello 21	Modello 22	Modello 23	Modello 24	Modello 25
(Intercept)	0.0129*** (0.0006)	0.0135*** (0.0006)	0.0136*** (0.0006)	0.0135*** (0.0006)	0.0128*** (0.0005)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0055*** (0.0007)	-0.0050*** (0.0007)	-0.0058*** (0.0007)	-0.0052*** (0.0007)	-0.0052*** (0.0007)
Cooperative e consorzi	-0.007** (0.0025)	-0.0065* (0.0025)	-0.0058 (0.0026)	-0.0071** (0.0026)	-0.0057 (0.0026)
Altri tipi di imprese	-0.0070*** (0.0007)	-0.0074*** (0.0007)	-0.0104*** (0.0007)	-0.0093*** (0.0007)	-0.0091*** (0.0007)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0038*** (0.0006)	0.0020*** (0.0006)	0.0023*** (0.0006)	0.0026*** (0.0006)	0.0031*** (0.0006)
Filter (VA_pc)	0.1079*** (0.0135)	0.0259** (0.0090)	0.0925*** (0.0135)	0.0286 (0.0136)	0.0304*** (0.0046)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.1078*** (0.0135)	-0.0250** (0.0090)	-0.0918*** (0.0135)	-0.0278 (0.0136)	-0.0299*** (0.0046)
TREATMENT:TIME	-0.0031*** (0.0008)	-0.0028*** (0.0009)	-0.0026*** (0.0008)	-0.0027*** (0.0008)	-0.0029*** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Observations	6538	6538	6538	6538	6538

Predittore	Modello 26	Modello 27	Modello 28	Modello 29	Modello 30
(Intercept)	0.0133*** (0.0006)	0.0133*** (0.0006)	0.0130*** (0.0005)	0.0133*** (0.0005)	0.0136*** (0.0006)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0059*** (0.0007)	-0.0062*** (0.0007)	-0.0053*** (0.0007)	-0.0053*** (0.0007)	-0.0060*** (0.0007)
Cooperative e Consorzi	-0.0052 (0.0025)	-0.0054 (0.0025)	-0.0083*** (0.0026)	-0.0069** (0.0025)	-0.0062 (0.0025)
Altri tipi di imprese	-0.0071*** (0.0008)	-0.0073*** (0.0007)	-0.0087*** (0.0007)	-0.0092*** (0.0007)	-0.0077*** (0.0007)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0034*** (0.0006)	0.0026*** (0.0006)	0.0033*** (0.0006)	0.0028*** (0.0006)	0.0027*** (0.0006)
Filter (VA_pc)	0.0564*** (0.0094)	0.0599*** (0.0074)	0.1163*** (0.0115)	0.0453*** (0.0133)	0.0603*** (0.0072)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.0559*** (0.0094)	-0.0598*** (0.0074)	-0.1161*** (0.0115)	-0.0448*** (0.0133)	-0.0602*** (0.0072)
TREATMENT:TIME	-0.0036*** (0.0008)	-0.0032*** (0.0008)	-0.0026*** (0.0008)	-0.0022** (0.0008)	-0.0037*** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Osservazioni	6538	6538	6538	6538	6538

Predittore	Modello 31	Modello 32	Modello 33	Modello 34	Modello 35
(Intercept)	0.0134*** (0.0006)	0.0133*** (0.0006)	0.0132*** (0.0006)	0.0134*** (0.0005)	0.0129*** (0.0006)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0060*** (0.0007)	-0.0056*** (0.0007)	-0.0062*** (0.0007)	-0.0059*** (0.0007)	-0.0056*** (0.0007)
Cooperative e Consorzi	-0.0057 (0.0026)	-0.0058 (0.0026)	-0.0064 (0.0026)	-0.0052 (0.0025)	-0.0072** (0.0026)
Altri tipi di imprese	-0.0089*** (0.0007)	-0.0089*** (0.0007)	-0.0076*** (0.0007)	-0.0070*** (0.0007)	-0.0088*** (0.0007)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0030*** (0.0006)	0.0024*** (0.0006)	0.0031*** (0.0006)	0.0022*** (0.0006)	0.0035*** (0.0006)
Filter (VA_pc)	0.0575*** (0.0084)	0.0966*** (0.0156)	0.0647*** (0.0076)	0.0445*** (0.0060)	0.0807*** (0.0125)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.0569*** (0.0084)	-0.0961*** (0.0156)	-0.0641*** (0.0076)	-0.0448*** (0.0060)	-0.0807*** (0.0125)
TREATMENT:TIME	-0.0030*** (0.0008)	-0.0026*** (0.0008)	-0.0034*** (0.0008)	-0.0026*** (0.0008)	-0.0025*** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Osservazioni	6538	6538	6538	6538	6538

Predittore	Modello 36	Modello 37	Modello 38	Modello 39	Modello 40
(Intercept)	0.0130*** (0.0006)	0.0123*** (0.0005)	0.0131*** (0.0006)	0.0128*** (0.0006)	0.0133*** (0.0005)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0053*** (0.0007)	-0.0054*** (0.0007)	-0.0054*** (0.0007)	-0.0052*** (0.0007)	-0.0055*** (0.0007)
Cooperative e Consorzi	-0.0058 (0.0026)	-0.0056 (0.0025)	-0.0069** (0.0025)	-0.0069* (0.0026)	-0.0056 (0.0026)
Altri tipi di imprese	-0.0072*** (0.0007)	-0.0075*** (0.0006)	-0.0081*** (0.0007)	-0.0085*** (0.0007)	-0.0086*** (0.0007)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0031*** (0.0006)	0.0032*** (0.0005)	0.0036*** (0.0006)	0.0041*** (0.0006)	0.0024*** (0.0006)
Filter (VA_pc)	0.0403*** (0.0077)	0.0937*** (0.0101)	0.0298*** (0.0073)	0.0122 (0.0056)	0.1182*** (0.0179)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.0399*** (0.0077)	-0.0937*** (0.0101)	-0.0294*** (0.0073)	-0.0116 (0.0055)	-0.1179*** (0.0179)
TREATMENT:TIME	-0.0031*** (0.0008)	-0.0026*** (0.0007)	-0.0025*** (0.0008)	-0.0021* (0.0008)	-0.0030*** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Osservazioni	6538	6538	6538	6538	6538

Predittore	Modello 41	Modello 42	Modello 43	Modello 44	Modello 45
(Intercept)	0.0135*** (0.0006)	0.0125*** (0.0006)	0.0135*** (0.0005)	0.0132*** (0.0005)	0.0136*** (0.0005)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0048*** (0.0007)	-0.0062*** (0.0007)	-0.0046*** (0.0007)	-0.0056*** (0.0007)	-0.005*** (0.0007)
Cooperative e Consorzi	-0.0069** (0.0026)	-0.0064 (0.0027)	-0.0053 (0.0026)	-0.0063* (0.0025)	-0.0076** (0.0025)
Altri tipi di imprese	-0.0075*** (0.0007)	-0.0070*** (0.0007)	-0.0091*** (0.0007)	-0.0082*** (0.0006)	-0.0083*** (0.0007)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0022*** (0.0006)	0.0042*** (0.0006)	0.0017** (0.0006)	0.0030*** (0.0006)	0.0016** (0.0006)
Filter (VA_pc)	0.0192 (0.0088)	0.0362*** (0.0066)	0.0822*** (0.0228)	0.0387*** (0.0088)	0.0517*** (0.0091)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.0189 (0.0088)	-0.0361*** (0.0066)	-0.0813*** (0.0228)	-0.0389*** (0.0088)	-0.0521*** (0.0091)
TREATMENT:TIME	-0.0025** (0.0008)	-0.0020 (0.0008)	-0.0033*** (0.0009)	-0.0026*** (0.0008)	-0.0028*** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Osservazioni	6538	6538	6538	6538	6538

Predittore	Modello 46	Modello 47	Modello 48	Modello 49	Modello 50
(Intercept)	0.0127*** (0.0005)	0.0132*** (0.0008)	0.0120*** (0.0006)	0.0135*** (0.0005)	0.0131*** (0.0005)
Srl	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Spa	-0.0053*** (0.0007)	-0.0055*** (0.0010)	-0.0051*** (0.0007)	-0.0060*** (0.0007)	-0.0053*** (0.0007)
Cooperative e Consorzi	-0.0046 (0.0025)	-0.0058 (0.0036)	-0.0052 (0.0025)	-0.0057 (0.0026)	-0.0033 (0.0023)
Altri tipi di imprese	-0.0076*** (0.0007)	-0.0027** (0.0010)	-0.0066*** (0.0008)	-0.0089*** (0.0007)	-0.0080*** (0.0007)
Tecnologia=Alta	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento	Strato di riferimento
Tecnologia=Bassa	0.0027*** (0.0006)	0.0024*** (0.0008)	0.0038*** (0.0006)	0.0028*** (0.0006)	0.0028*** (0.0006)
Filter (VA_pc)	0.0972*** (0.0128)	0.0680*** (0.0159)	0.0484*** (0.0062)	0.0514*** (0.0079)	0.0289*** (0.0065)
Filter (Debt_equity_ratio)	-0.0967*** (0.0128)	-0.0681*** (0.0159)	-0.0482*** (0.0062)	-0.0508*** (0.0079)	-0.0284*** (0.0065)
TREATMENT:TIME	-0.0024*** (0.0008)	-0.0031* (0.0012)	-0.0028*** (0.0008)	-0.0037*** (0.0008)	-0.0027*** (0.0008)
ICC	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Osservazioni	6538	6538	6538	6538	6538

Capitolo 9

Modelli a mistura finita per la valutazione delle politiche pubbliche: studio sui Bandi ISI-INAIL

Marco Forti, Alessia Marrocco, Angelo Castaldo

1. Introduzione

Sulla scia del lavoro di valutazione esposto nel Capitolo precedente, in considerazione delle diverse sfide metodologiche che l'iniziativa ISI INAIL 2013 pone, si è ritenuto di voler percorrere una strada di identificazione d'impatto alternativa. L'esercizio di valutazione su questo tipo di misura, infatti, almeno nei suoi effetti diretti, ha posto fin da subito la sfida relativa alla definizione della variabile di *outcome* da utilizzare per la stima del differenziale sui tassi di incidenza infortunistica tra il gruppo delle imprese trattate e il gruppo di controllo. Considerata la natura aleatoria degli eventi infortunistici, tali eventi si presentano come rari e fortemente influenzati dalla classe dimensionale e dal settore di prevalente attività economica di appartenenza delle imprese. In un'ottica più analitica, tale elemento pone al valutatore la sfida di dover analizzare una massa di dati caratterizzata da numerosi zeri. In secondo luogo, i *missing* relativi ai *full time equivalent* delle imprese partecipanti rendeva necessaria intraprendere una strategia di imputazione dei dati mancanti. Per tali ragioni, quindi, è emersa da parte del gruppo di valutazione l'idea di voler affiancare, all'approccio econometrico implementato nel precedente Capitolo, una strategia di valutazione che potesse misurare in senso probabilistico la variabile di *outcome*, ovvero, che potesse portare alla costruzione della probabilità di occorrenza infortunistica.

In chiave metodologica, nel presente contributo è stata implementata una procedura alternativa caratterizzata da un approccio statistico basato su di un modello a mistura finita. L'uso di tale metodologia appare appropriata nel nostro contesto analitico, in primo luogo, vista la flessibilità di utilizzo e la maggior robustezza agli *outlier* (Aitkin & Wilson, 1980). In secondo luogo, gli approcci tradizionali che si basano sull'assunzione di unità statistiche omogenee potrebbero non adattarsi alle esigenze dell'esercizio valutativo in esame. L'idea comune alla base dei modelli a mistura finita è che il fenomeno di interesse si manifesti in modo eterogeneo all'interno della popolazione e che i dati derivino da due o più gruppi sottostanti con una forma distributiva comune ma rispondenti a parametri diversi (Aitkin & Rubin, 1985). Poiché l'obiettivo di valutazione in esame è misurare l'impatto della politica sul numero (tasso) di infortuni, so-

no state utilizzate le distribuzioni di Poisson che si configurano più appropriate per trattare dati di conteggio (Hausman *et al.*, 1984).

Al fine di non rendere troppo frammentata la mistura, sono state imposte tre *mixture components*, volte a clusterizzare gli infortuni verificatisi in imprese con incidenza infortunistica diversa, ivi comprese in quelle aziende per cui il numero degli infortuni è zero o tendente a zero.

Definito il numero di componenti della mistura, le operazioni di stima forniscono i valori dei parametri secondo il criterio della massima verosimiglianza. Tuttavia, lavorare con una mistura di questo tipo implica la realizzazione di una verosimiglianza complessa, eventualmente caratterizzata da più massimi locali. Tale esercizio richiede una procedura iterativa che esplora lo spazio parametrico della *likelihood* alternando, una prima fase in cui si formula un'aspettativa matematica sulla funzione di densità, ad una in cui si calcola e si confronta il corrispettivo valore di massimo; poiché ogni iterazione dell'algoritmo consiste in una fase di aspettativa seguita da una fase di massimizzazione, tale procedura prende il nome di *Expectation Maximization* – EM (Dempster *et al.*, 1977).

In termini più specifici, quindi, l'approccio seguito è orientato alla stima del parametro relativo ai tre processi di Poisson (λ), interpretabile come tasso infortunistico nel periodo considerato. Tale definizione del parametro, nel caso in cui la politica di incentivazione ISI implementata nel 2013 abbia determinato l'effetto auspicato, implica l'aspettativa di una riduzione del tasso di incidenza infortunistico, per le imprese beneficiarie *ex post* trattamento e una mancanza di variazione (o un aumento), ovvero una riduzione meno marcata, del tasso di incidenza infortunistico per le imprese che non hanno beneficiato del sussidio. Un'analisi di questo tipo, sebbene non poggi le basi su analisi di tipo inferenziale, costituisce una buona descrizione di come l'iniziativa promossa nel 2013 abbia saputo impattare sulle tre componenti λ , cercando di superare alcuni limiti delle tecniche tradizionali.

La strategia di identificazione dell'impatto, tuttavia, non si limita alla sola analisi descrittiva dell'impatto stimato come sopra esposto, ma indaga ulteriormente il legame tra tali variabili esplicative e la probabilità infortunistica di ogni azienda. In particolare, è noto come la distribuzione di Poisson è usata per modellizzare la probabilità di un dato numero di eventi che occorrono un determinato arco di tempo (Hausman *et al.*, 1984; Cameron & Trivedi, 1986; Mullay, 1986; Grogger, 1990); in tal senso, i parametri λ stimati abilitano una trasformazione della variabile aleatoria "infortuni" in un processo probabilistico "rischio di infortunio", e possono essere utilizzati per definire una variabile dipendente stimata, sul quale investigare l'impatto del trattamento e delle altre covariate (variabili di bilancio) sulla probabilità dell'evento infortunistico. In altre parole, si cercherà di valutare in che modo la distribuzione dei conteggi, caratterizzata dalla sua media (λ), dipenda dalle caratteristiche osservate della *i*-ma unità (variabili di bilancio),

Il capitolo è strutturato come segue. Nel secondo paragrafo vengono esposti sinteticamente i dati e le relative fonti unitamente all'impianto metodologico implementato nell'analisi. Nel terzo paragrafo vengono esposti i principali risultati di stima. Infine, il paragrafo 4 traccia le principali conclusioni.

2. Dati e metodologia

L'analisi condotta poggia le basi, come nel precedente capitolo, su un complesso insieme di dati che raccolgono informazioni provenienti da tre diverse fonti: i) i record relativi ai registri INAIL delle imprese partecipanti ai Bandi ISI, che rappresentano il flusso informativo *core* per la creazione del database definitivo. Da tale fonte di dati, infatti, sono state estratte le imprese partecipanti al *click-day* relativo al Bando 2013 (anno oggetto di valutazione). Successivamente, dal campione delle imprese che hanno ottenuto l'ammissione al trattamento in occasione del *click-day* sono state eliminate le imprese che hanno presentato progetti relativi a "Modelli organizzati e di responsabilità sociale"¹, mentre dal campione delle imprese che non hanno superato la procedura di selezione sono state eliminate le imprese che sono risultate ammesse al trattamento negli anni successivi; ii) i record relativi agli incidenti sui luoghi di lavoro e alle aziende assicurate fornito da INAIL, dai quali è stato possibile estrarre i dati relativi agli infortuni ed informazioni circa le posizioni assicurative per un arco temporale che va dal 2010 al 2019; iii) Aida del Bureau van Dijk, che contiene informazioni anagrafiche e di bilancio delle società di capitali che operano in Italia (ad esempio, la data di costituzione, il numero di dipendenti, la localizzazione geografica, ecc.) che ha permesso di provvedere all'integrazione di un ulteriore flusso informativo, ma che ha escluso dalla nostra analisi le imprese appartenenti alla categoria delle società di persone. Le procedure di aggregazione dei flussi citati sono state effettuate per mezzo di *linkage* di tipo deterministico.

Il Bando oggetto di valutazione di impatto relativamente al fenomeno infortunistico è quello relativo al 2013. Tale scelta è motivata sia dalle caratteristiche del Bando stesso (che prevedeva il 65% del valore del progetto ammissibile, con un massimale limite erogabile limite di 130.000 euro, caratteristiche confermate nelle edizioni successive) sia dalla possibilità di garantire un periodo di *follow-up* sufficientemente lungo (periodo di maturazione) per osservare adeguatamente gli effetti prodotti dall'iniziativa.

La strategia di identificazione, nella prima fase di analisi, si basa sulla procedura di ammissione al trattamento, la quale prevede la presentazione delle domande per mezzo del *click-day*, ossia l'apertura dello sportello informatico in un giorno e ad un orario predefinito. Dato il minore ammontare di risorse stanziato annualmente rispetto alle risorse richieste per la realizzazione dei progetti presentati, l'ordine di presentazione delle domande è l'unico criterio di assegnazione al trattamento, ed essendo un mero criterio temporale, garantisce una procedura di campionamento del tutto casuale e (senza schemi di sostituzione), configurando un *research design* quasi sperimentale, adatto ad isolare l'impatto della politica evitando il rischio di *bias* da selezione.

In un siffatto *framework*, l'oggetto di indagine può essere rappresentato dallo stimatore *Difference in Mean* (DIM). In caso di *random assignment*, infatti, il DIM for-

¹ Tale scelta è dettata dall'obiettivo specifico di valutazione, ossia valutare l'effetto di investimenti fissi in macchinari per innalzare i livelli di SSL.

nisce una stima consistente dell'Average Treatment Effect – ATE (Cerulli, 2015), come misura dell'effetto di una politica. Poiché lo scopo dello studio in esame è valutare l'effetto del finanziamento concesso dall'INAIL per investimenti fissi in macchinari più sicuri (trattamento) sul tasso di incidenza infortunistico, l'oggetto di indagine può essere rappresentato dalla differenza tra il livello medio di infortuni tra le unità trattate (impresa beneficiaria, Y_1) e quelle appartenenti al gruppo delle non trattate (impresa non beneficiaria, Y_0), ossia $E(Y_1) - E(Y_0)$, che può essere ottenuta tramite una stima lineare come nella formula che segue:

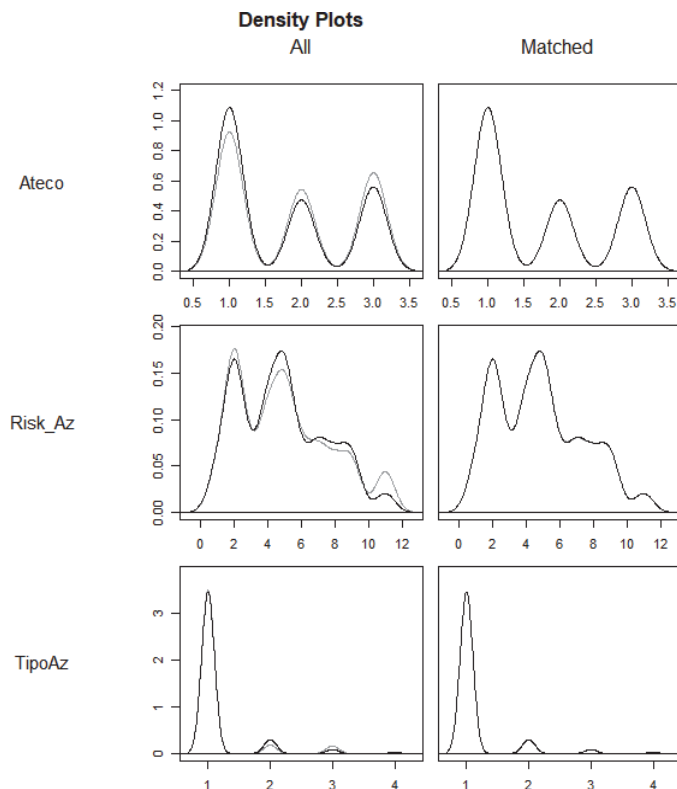
$$\text{Infortuni}_i = \text{Trattamento}_i + \varepsilon_i(1)$$

All'interno del gruppo delle partecipanti al Bando ISI 2013 definiamo come “non trattate” (le quali costituiscono il gruppo di controllo), tutte le imprese che hanno partecipato al *click-day* ma che, per il criterio temporale previsto dalla procedura di selezione, sono state escluse dal trattamento. Definiamo, invece, come “trattate” la categoria delle imprese che sono state ammesse al trattamento il giorno del *click-day* e, avendo superato tutte le verifiche successive previste dalla procedura amministrativa, hanno beneficiato del contributo e portato a termine il progetto investimento presentato. Vengono escluse dal gruppo delle trattate, invece, tutte le imprese che, pur essendo elegibili al trattamento per il criterio temporale previsto dalla procedura amministrativa, successivamente al *click-day* sono state escluse per il mancato invio della documentazione necessaria per il perfezionamento della domanda, oppure per il non superamento delle verifiche di rendicontazione, tecnica e amministrativa (e che di conseguenza non hanno realizzato il progetto presentato). Tali imprese, cosiddette *drop-out*, essendo state escluse successivamente alla procedura di selezione al trattamento potrebbero essere fonte di un potenziale *attrition bias*, per affrontare metodologicamente tale potenziale distorsione (che è stata ampiamente spiegata e motivata nel Capitolo 8), il campione controfattuale è stato definito attraverso una tecnica di matching probabilistico. Le strategie di matching sono finalizzate all'abbinamento delle imprese trattate con quelle che costituiscono il gruppo di controllo giudicate più simili secondo alcune caratteristiche opportunamente definite. Per l'esercizio di valutazione implementato nel presente Capitolo, le variabili di matching utilizzate sono: il settore di appartenenza secondo la classificazione ATECO, lo status legale (“TipoAz”), ed al fattore di rischio aziendale (“Risk\Az”)². Per “accoppiare” le unità campionarie è stato utilizzato il pacchetto R “MatchIt” (Ho *et al.*, 2011), attraverso il quale è stato implementato un Matching esatto del tipo *Nearest-Neighbour* (NN) basato sulla distanza di Mahalanobis.

La Figura 1 mostra la sovrapponibilità delle densità delle variabili scelte per il matching 1:1 delle unità trattate e l'unità non trattata più simile.

² Fattore di rischio di impresa attribuito da INAIL alle imprese al momento della sottoscrizione contratto di assicurazione, e si basa sulla rischiosità dell'attività lavorativa svolta, dall'andamento infortunistico dell'impresa, ecc.

Figura 1. – Grafico delle densità pre e post matching



Dalla Figura 1 emerge una buona aderenza delle densità generate dai due gruppi di imprese (trattate e di controllo), evidenziando una consistente sovrapposibilità.

La stima dell’ATE dopo aver applicato la procedura di Matching esatto del tipo *Nearest-Neighbour* (NN) basato sulla distanza di Mahalanobis viene effettuata con l’abbinamento dell’unità trattata con 1, 2, e 3 unità più vicine (secondo le caratteristiche sopra-menzionate), e con una procedura implementata a 1.000 iterazioni per conferire maggiore robustezza alle stime. La Tabella 1 riporta i risultati.

Tabella 1. – Stima dell’ATE attraverso 1, 2, e 3 NN Matching basato sulla distanza di Mahalanobis

	Coeff	Normal-based Conf, Int		AI Robust Std. Error	z value	Pr(> z)		Neighbors
		2,50%	97,50%					
ATE Trattamento (1 Vs 0)	-0,023	-0,041	-0,005	0,009	-2,510	0,012	**	1
ATE Trattamento (1 Vs 0)	-0,029	-0,046	-0,012	0,009	-3,310	0,001	***	2
ATE Trattamento (1 Vs 0)	-0,030	-0,047	-0,014	0,008	-3,600	0,000	***	3

Dalla Tabella 1 emerge che le imprese beneficiarie del contributo ISI-INAIL 2013 mostrano mediamente una riduzione statisticamente significativa nel numero di infortuni, la quale aumenta ulteriormente all'aumentare del numero di imprese non trattate abbinati.

È necessario sottolineare, peraltro, che il dataset ottenuto post-matching è composto complessivamente da 2174 imprese, tra cui possiamo contare un totale di 4641 infortuni nel periodo 2010-2019 oggetto del nostro studio. Identificando il periodo 2010-2013 come *ex ante* e l'*ex post* come 2016-2019, il numero di infortuni cambia rispettivamente in 1838 e 1863.

Il dataset risultante mostra, tuttavia, diversi elementi di complessità legati, in particolare, sia all'elevata eterogeneità delle imprese che lo compongono in termini di rischio infortunistico, sia per un elevato numero di zeri all'interno della matrice dei dati legato alla natura aleatoria degli eventi infortunistici: gli incidenti sul lavoro, si presentano come rari e fortemente influenzati dalla classe dimensionale e dal settore di appartenenza delle imprese oggetto di indagine.

In un simile contesto, gli approcci tradizionali che si basano sull'assunzione di unità statistiche omogenee (e per cui l'assunzione di variabili normalmente distribuite è rispettata) potrebbero non adattarsi alle esigenze dell'esercizio valutativo in esame. Pertanto, la strategia di identificazione necessita di una verifica ulteriore, basata su un approccio alternativo. In generale, infatti, in molti contesti, in particolare quelli socioeconomici, è ragionevole assumere che il fenomeno di interesse si manifesti in modo eterogeneo all'interno della popolazione statistica, ad esempio per la presenza di sottopopolazioni definite da una o più caratteristiche non osservate, o non osservabili, e per questo dette latenti (Wedel *et al.*, 1993). In tali casi, i modelli a mistura finita (FMM) sono utilizzati per fornire rappresentazioni computazionalmente utili per modellare distribuzioni complesse di dati su fenomeni casuali (McLachlan *et al.*, 2019).

In termini generali, i modelli a mistura finita costituiscono un'ampia classe di modelli statistici che possono essere utilizzati per affrontare problemi di inferenza in presenza di *outlier* e la clusterizzazione delle unità in base a tratti non osservabili (Aitkin & Wilson, 1980). L'idea comune alla base di tali modelli è che i dati derivino da due o più gruppi sottostanti con una forma distributiva comune ma con parametri diversi (Aitkin & Rubin, 1985).

In un siffatto *framework*, un modello a mistura è una collezione di distribuzioni o densità di probabilità che possono essere rappresentate come una somma ponderata (pesi ω) delle densità (k) che compongono la mistura, in cui il termine "finita" implica assumere che le distribuzioni componenti siano conosciute fino a un numero finito di parametri. Infatti, nonostante il modello sia generalizzabile al caso di infinite componenti, nella pratica operativa è sufficiente lavorare con modelli a mistura finita, anche tenendo conto che ogni mistura infinita di distribuzioni può essere approssimata ragionevolmente bene da un numero finito di componenti (Titterton *et al.*, 1985). In termini generici una mistura può essere formalizzata come segue:

$$f(x; \theta_1, \dots, \theta_k) = \sum_{k=1}^K \omega_k g_k(x; \theta_k)$$

$$\text{subject to: } \sum_{k=1}^K \omega_k = 1$$

Le *finite mixture distributions* utilizzate più comunemente sono quelle che coinvolgono componenti normali (Everitt, 2013); tuttavia, poiché l'obiettivo di valutazione in esame è misurare l'impatto della politica in termini di numero di infortuni, le distribuzioni di Poisson si configurano più appropriate per trattare dati di conteggio (Hausman *et al.*, 1984). Nel nostro esercizio empirico, quindi, utilizzando una distribuzione di tipo Poisson, la funzione generica $f(x; \Theta)$ in (2) assume la seguente forma:

$$f(x; \Theta) = \sum_{k=1}^K \frac{\omega_k e^{-\lambda_k} \lambda_k^x}{x!}$$

Nel caso specifico della valutazione dell'impatto del Bando ISI 2013, è necessario creare una mistura in grado di intercettare le peculiarità del *dataset*, relativamente all'eterogeneità del rischio infortunistico tra le imprese che compongono i nostri campioni; per far ciò, senza rendere troppo frammentata la mistura, abbiamo imposto tre densità (alto, medio e basso tasso infortunistico) come componenti della mistura, idealmente volte a clusterizzare gli infortuni verificatisi in aziende con incidenza infortunistica diversa, ivi comprese quelle aziende per cui il numero degli infortuni è zero o quasi-zero.

Definito il numero di componenti della mistura, le operazioni di stima forniscono i valori dei parametri secondo il criterio della massima verosimiglianza. Tuttavia, lavorare con una mistura di questo tipo implica la realizzazione di una verosimiglianza complessa, eventualmente caratterizzata da più massimi locali. Tale esercizio richiede una procedura iterativa che esplora lo spazio parametrico della *likelihood* alternando una prima fase in cui si formula un'aspettativa matematica sulla funzione di densità ad una in cui si calcola e si confronta il corrispettivo valore di massimo; poiché ogni iterazione dell'algoritmo consiste in una fase di aspettativa seguita da una fase di massimizzazione, tale procedura prende il nome di Expectation Maximization – EM (Dempster *et al.*, 1977).

Come già anticipato, l'analisi condotta prevede la stima del parametro relativo ai tre processi di Poisson (λ), interpretabile come tasso infortunistico nel periodo considerato. Tale definizione del parametro, nel caso in cui la politica di incentivazione ISI-INAIL implementata nel 2013 abbia determinato l'effetto auspicato, implica l'aspettativa di una riduzione del tasso di incidenza infortunistico, per le imprese beneficiarie *ex post* trattamento e una più ridotta diminuzione o mancanza di variazione (o un aumento) del tasso di incidenza infortunistico per le imprese che non hanno beneficiato del sussidio.

La strategia di identificazione dell'impatto utilizza poi la distribuzione di Poisson per modellizzare la probabilità di un dato numero di eventi che occorrono in un determinato arco di tempo (Hausman *et al.*, 1984; Cameron & Trivedi, 1986; Mullah, 1986;

Grogger, 1990). I parametri λ stimati consentono la trasformazione della variabile aleatoria “infortuni” in un processo probabilistico di “rischio infortunistico”, e possono essere utilizzati per definire una variabile dipendente stimata, sul quale investigare l’impatto del trattamento e delle altre covariate (variabili di bilancio) sulla probabilità dell’evento infortunistico. In altre parole, si cercherà di valutare in che modo la distribuzione dei conteggi, caratterizzata dalla sua media (λ), dipenda dal sussidio ricevuto e dalle caratteristiche osservabili (variabili di bilancio),

3. Risultati

Un primo insieme di risultati è stato ottenuto eseguendo l’algoritmo descritto su una mistura di 3 componenti rispetto alla variabile “infortuni” definita come somma di eventi nel periodo compreso tra il 2010 e il 2013 (periodo *ex ante*) e tra il 2016 e il 2019 (periodo *ex post*). La scelta del numero di distribuzioni è motivata dal tentativo di intercettare l’incidenza infortunistica di imprese con una rischiosità molto diversa tra loro (alta, media e bassa). I risultati sono riassunti nella Tabella 2.

Tabella 2. – Parametri stimati della mistura

ω	λ		
	<i>Ex ante</i>	<i>Ex post</i> Trattate	<i>Ex post</i> Non Trattate
0,3520	0,0092	0,0067	0,0129
0,5267	13,9088	10,0839	19,4723
0,1213	25,5000	18,4875	35,7001

Dalla Tabella 2 emerge, confrontando la stima *ex ante* con quella *ex post*, che l’entità del tasso infortunistico (λ) stimato tende a diminuire per le imprese beneficiarie, il che costituisce una prova ulteriore, rispetto a quanto rilevato nel Capitolo 8, a favore di un effetto positivo della politica. Una conferma ulteriore in tal senso è data dall’osservazione del parametro stimato per le aziende non beneficiarie, per le quali il tasso di incidenza mostra una tendenza ad aumentare rispetto al tasso di riferimento *ex ante* la politica, fornendo quindi un altro argomento a favore degli effetti della politica in termini di abbattimento del tasso di incidenza infortunistico.

Come ulteriore verifica della robustezza delle stime effettuate, abbiamo stimato i lambda tenendo conto della loro classificazione ATECO. L’idea alla base di questo approfondimento è implicita nella considerazione che tipi di aziende diverse possono essere caratterizzate da un rischio infortunistico diverso, e dunque un’analisi più dettagliata di tali spaccati potrebbe fornire evidenze diverse rispetto a quanto ottenuto con l’approccio FMM-EM sul totale del campione.

I risultati di questa stima sono riportati nella Tabella 3 dove possiamo osservare come anche in questo caso la stima dei parametri della mistura, per ciascun gruppo, riflette essenzialmente i risultati presentati nella tabella precedente, e quindi una sostanziale diminuzione del tasso infortunistico nel caso di aziende beneficiarie ed un tendenziale aumento di questo nel caso delle non beneficiarie, salvo per il settore delle costruzioni.

Tabella 3. – Stima dei parametri per settori ATECO

ω	Manifattura		
	<i>Ex ante</i> λ	<i>Ex post</i> Trattate λ	<i>Ex post</i> Non-trattate λ
0,3520	0,0106	0,0067	0,0129
0,5267	15,9951	10,0839	19,4723
0,1213	29,3251	18,4875	35,7001
ω	Costruzioni		
	<i>Ex ante</i> λ	<i>Ex post</i> Trattate λ	<i>Ex post</i> Non-trattate λ
0,3520	0,0074	0,0039	0,0025
0,5267	11,1270	5,9112	3,8249
0,1213	20,4000	10,8375	7,0125
ω	Altri Settori		
	<i>Ex ante</i> λ	<i>Ex post</i> Trattate λ	<i>Ex post</i> Non-trattate λ
0,3520	0,0037	0,0039	0,0044
0,5267	5,5635	5,9112	6,6067
0,1213	10,2000	10,8375	12,1125

Attraverso la procedura sopra descritta, abbiamo costruito un processo probabilistico sugli eventi infortunistici registrati e questo ha permesso la stima della variabile dipendente da impiegare per un'analisi di tipo panel³ volta a identificare oltre al trattamento, altri elementi bilancistici, possono essere identificati come fattori di rischio o protettivi sulla probabilità infortunistica. La stima fondata sulla mistura realizzata sull'intero campione è riportata nella Tabella 4 che segue.

Tabella 4. – Mixture Poisson panel regression model

Variabile	Effetti fissi	Effetti fissi
Trattamento	-2.473*** (0.177)	-0.662*** (0.176)
Debiti	-0.508*** (0.971)	-1.600* (0.877)
Patrimonio	-2.0931*** (0.664)	-0.118 (0.483)
Valore aggiunto	-1.191 (0.953)	-0.448 (0.783)
Tecnologia	-2.945*** (0.183)	-0.143 (0.198)
Ricavi	0.550 (0.986)	-0.294 (0.842)
Salari	-1.666** (0.840)	-1.022 (0.801)
Costi di produzione	-1.947 (1.898)	-0.563 (1.440)
Produzione	3.913 (1.603)	1.148 (1.280)
Sigma	0.227 (0.018)	1750.978 (1.280)
Dummy macroregione	YES	YES
Dummy settoriale	YES	YES
N. Osservazioni	2142	2142
Log likelihood	-703.562	-1513.19

Errori Standard tra parentesi: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

³ Le regressioni saranno quindi del tipo (*mixture*) panel Poisson.

I risultati ottenuti mostrano, che anche controllando per gli effetti fissi regionali e settoriali, e per le variabili di bilancio ed altre caratteristiche d'impresa, gli effetti della politica sono statisticamente significativi e negativi, vale a dire che aver beneficiato della misura determina un effetto di riduzione della probabilità infortunistica.

Allo stesso modo vanno sottolineati gli effetti protettivi di una maggiore dotazione di asset e quella dell'appartenere ad un settore ATECO a più alta intensità tecnologica.

Ripetendo l'esperimento scontando fin dall'inizio l'appartenenza settoriale la popolazione statistica produrrà una mistura molto più articolata per effetto dell'imposizione di tre clusters per ogni settore. Dalla successiva stima OLS, in Tabella 5 vengono presentati i relativi risultati.

Tabella 5. – Mixture Poisson panel regression model per settori ATECO

Variabile	Effetti random	Effetti fissi
Trattamento	-1.043*** (0.157)	-0.653*** (0.142)
Debiti	-0.914 (0.987)	0.639 (0.721)
Patrimonio	-3.210*** (0.673)	-0.697 (0.390)
Valore aggiunto	-0.798 (1.030)	0.140 (0.642)
Tecnologia	-2,653*** (0.158)	-0,270* (0.163)
Ricavi	1,180 (1.003)	-0,007 (0.761)
Salari	1.054 (0.889)	-0.023 (0.716)
Costi di produzione	-2.706 (2.078)	-0.924 (1.371)
Produzione	4.140** (1.672)	0.917 (1.107)
Sigma	0.173*** (0.013)	2.048 (1.126)
Dummy macroregione	NO	YES
Dummy settoriale	NO	YES
N. Osservazioni	2142	2142
Log likelihood	-961.552	-707.939

Errori Standard tra parentesi: *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Così come avvenuto per il campione non settorializzato, anche in questo caso si conferma l'effetto di riduzione della probabilità infortunistica associata all'aver beneficiato del Bando ISI 2013.

4. Conclusioni

Nel 2010, l'INAIL ha introdotto i Bandi ISI, una misura mirata a innalzare i livelli di SSL e ridurre il numero di incidenti sul luogo di lavoro, e che nel corso degli anni seppur marginalmente modificata, è diventata una misura di intervento a carattere strutturale. In questo studio, con riferimento al programma del 2013, l'obiettivo era valutare quali fossero stati gli esiti effettivi di questa politica.

Il presente lavoro implementa un approccio che prevede il ricorso a modelli a mistura finita – FMM (adattati per dati di conteggio) al fine di abilitare una valutazione dell'effetto generato dal Bando ISI 2013 sull'occorrenza infortunistica sul lavoro (con esclusivo riferimento alle società di capitali e ai progetti di investimento). Tale scelta, alternativa rispetto a quanto sviluppato nel Capitolo 8, mira a costruire la variabile di *outcome* attraverso una misura dei *workplace accidents* in senso probabilistico, ovvero, della probabilità di occorrenza infortunistica. Le evidenze tracciate possono essere suddivise su due livelli: i primi risultati sono ottenute esclusivamente sulla base del confronto tra il valore dei parametri stimati (λ) del tasso infortunistico, prima e dopo l'intervento, attraverso le diverse componenti della mistura; i risultati completi, invece, sono ottenuti attraverso una regressione di Poisson (*mixture Poisson regression*) che utilizza i parametri stimati (λ) per computare la variabile dipendente come una probabilità di occorrenza infortunistica e che prevede l'inserimento della variabile trattamento e di altre covariate di controllo per appurare l'effetto prodotto dall'iniziativa in esame. Entrambi gli approcci hanno rivelato una riduzione del tasso infortunistico e della probabilità infortunistica per le aziende beneficiarie della misura, rispetto alle imprese non trattate.

Ripetendo lo stesso approccio (FMM-*Mixture Poisson Regression*) con una mistura che computa i tassi infortunistici, non sul campione di imprese in generale, ma in base al settore merceologico di appartenenza, i risultati complessivi restano simili.

5. Bibliografia

- Aitkin, M. & Rubin, D.B. (1985). Estimation and hypothesis testing in finite mixture models. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 47(1), 67-75.
- Aitkin, M. & Wilson, G.T. (1980). Mixture models, outliers, and the EM algorithm. *Technometrics*, 22(3), 325-331.
- Cameron, A.C. & Trivedi, P.K. (1986). Econometric models based on count data. Comparisons and applications of some estimators and tests. *Journal of applied econometrics*, 1(1), 29-53.
- Cerulli, G. (2015). *Econometric evaluation of socio-economic programs Theory and applications*. Springer.
- Dempster, A.P., Laird, N.M. & Rubin, D.B. (1977). Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. *Journal of the royal statistical society: series B (methodological)*, 39(1), 1-22.
- Everitt, B. (2013). *Finite mixture distributions*. Springer Science & Business Media.
- Grogger, J. (1990). The deterrent effect of capital punishment: an analysis of daily homicide counts. *Journal of the American Statistical Association*, 85(410), 295-303.
- Hausman, J.A., Hall, B.H. & Griliches, Z. (1984). *Econometric models for count data with an application to the patents-R&D relationship*.
- Ho, D.E., Imai, K., King, G., Stuart E.A. (2011). MatchIt: non-parametric preprocessing for parametric causal inference. *Journal of statistical software*, 42(8), 1-28.
- McLachlan, G.J., Lee, S.X. & Rathnayake, S.I. (2019). Finite mixture models. *Annual review of statistics and its application*, 6, 355-378.
- Mullahy, J. (1986). Specification and testing of some modified count data models. *Journal of econometrics*, 33(3), 341-365.
- Titterton, D.M., Smith, A.F. & Makov, U.E. (1985). *Statistical analysis of finite mixture distributions*. (No Title).
- Wedel, M., DeSarbo, W.S., Bult, J.R. & Ramaswamy, V. (1993). A latent class Poisson regression model for heterogeneous count data. *Journal of Applied Econometrics*, 8(4), 397-411.

Capitolo 10

Valutazione d'impatto della politica ISI-INAIL sulla sopravvivenza delle imprese

Alessia Marrocco, Angelo Castaldo, Marco Forti

1. Introduzione

Le politiche pubbliche in materia di sicurezza e salute sul lavoro (SSL), nell'imporre prevalentemente obblighi e sanzioni, sono per via regolamentare orientate a migliorare le condizioni di lavoro. Questo obiettivo è fissato a livello costituzionale e attraverso molteplici fonti normative, sia a livello europeo che nazionale. L'Agenzia Europea per la Sicurezza e la Salute sul Lavoro (EU-OSHA) ha da tempo sottolineato l'esigenza di innovare il sistema di intervento pubblico ricorrendo ad un approccio misto per affrontare la sfida del miglioramento delle condizioni di salute e sicurezza sul luogo di lavoro. In particolare, anche in considerazione delle numerose turbolenze registrate dal 2007/2008 in poi (crisi economico-finanziaria, crisi dei debiti sovrani – 2011/2012, e crisi pandemica dal 2020), è emersa l'esigenza di affiancare al tradizionale approccio basato su precetti e sanzioni (*sticks*) un approccio misto che preveda anche l'utilizzo di incentivi economici (*carrots*)¹ per sostenere gli investimenti in SSL. Tuttavia, in Europa l'uso di queste opzioni di intervento pubblico sono meno diffuse delle soluzioni regolamentari, e le *carrots*, anche quando previste ed implementate, non diventano strumenti di intervento a carattere strutturale.

Questa esigenza prende ancor più corpo laddove vengano presi in considerazione numerosi lavori presenti in letteratura che sostengono che buoni livelli di SSL sono in grado di generare un duplice effetto positivo, sia di tipo diretto, sul benessere lavorativo, che di tipo indiretto, sulla performance economica delle imprese (Ugur & Vivarelli, 2021; Fernández-Muniz *et al.*, 2009; Veltri *et al.*, 2007; Shikdar & Sawaqed, 2003; Andreoni, 1986).

Nel contesto della SSL, la comprensione della prospettiva economica è particolarmente rilevante: dal punto di vista dei decisori politici, le condizioni di lavoro non sicure o non sane comportano esternalità negative relativamente ai costi che i lavoratori e le imprese sostengono. Infatti, gli infortuni e le malattie professionali legate alla po-

¹ <https://oshwiki.osha.europa.eu/en/themes/external-economic-incentives-prevention>.

polazione lavorativa sono accompagnati da oneri socioeconomici significativi (Uegaki *et al.*, 2011), di solito sotto forma di costi (monetari e non) sopportati da terzi, ossia famiglie, parenti e società nel suo complesso (Kankaanpää, 2010; Giuffrida *et al.*; 2002; Dorman, 2000).

Dal punto di vista dell'impresa, in aggiunta a quelli necessari per garantire il rispetto degli standard minimi stabiliti dalla legge, gli investimenti in materia di SSL dovrebbero essere realizzati, in linea con la razionalità strategica dell'impresa, sulla base della piena consapevolezza e contabilizzazione, da parte dei manager e degli azionisti, dei benefici economici scaturenti dalla SSL (Steel *et al.*, 2018). Tuttavia, le aziende, soprattutto quelle di piccola e media dimensione (PMI), non dispongono di un insieme completo di informazioni sull'impatto degli infortuni e delle malattie professionali sulle prestazioni aziendali (Hasle *et al.*, 2012; Oxenburgh & Marlow, 2005; Antonsson *et al.*, 2002; Kjellén *et al.*, 1997). In ottica efficientistica, la mancanza di consapevolezza di questi benefici può determinare una scelta di investimento sub-ottimale rispetto al livello socialmente ottimale (Tompa *et al.*, 2019; Steel *et al.*, 2018; Takala *et al.*, 2014; Cagno *et al.*, 2013; Dorman, 2000). Per comprendere il link complementare tra performance in materia di SSL e performance operative dell'azienda, gli investimenti in sicurezza dovrebbero essere considerati (e quindi percepiti) non soltanto all'interno delle funzioni di costo ma anche all'interno di quella dei ricavi (Veltri *et al.*, 2007).

In questa prospettiva, le implicazioni e le potenziali ricadute economiche della SSL (e la loro sottovalutazione – o mancata internalizzazione – da parte delle imprese) hanno suscitato un notevole interesse tra gli studiosi e dato il via a un nuovo filone di ricerca. La letteratura tradizionale, infatti, si concentra con maggiore attenzione sulla classificazione e sulla stima dei costi attesi degli infortuni e delle malattie professionali; tuttavia, decisamente più contenuta, al contrario, appare l'ampiezza degli studi che analizzano la presenza di *spillover* positivi associabili alle politiche di SSL sulla performance operativa delle imprese. Pertanto, rispetto alla letteratura empirica esistente, il presente capitolo investiga il legame tra investimenti in SSL e, una particolare dimensione degli eventi aziendali, ovvero, la capacità di sopravvivenza delle imprese. In particolare, in ottica valutativa, il presente lavoro mira a investigare se l'introduzione di un contributo pubblico in conto capitale (sussidio), volto a promuovere gli investimenti fissi in macchinari per innalzare i livelli di SSL (iniziativa ISI 2013 promossa dall'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro – INAIL), possa incidere in ottica protettiva sulla probabilità di sopravvivenza delle imprese beneficiarie dell'aiuto (imprese trattate) rispetto alle imprese partecipanti non beneficiarie (i.e., gruppo di controllo).

Il regime di aiuto di Stato (in *de minimis*) promosso dall'INAIL funziona come segue: le imprese verificano la loro ammissibilità partecipando ad una fase preliminare, in cui i criteri di ammissibilità si basano su un punteggio calcolato in base alle caratteristiche del progetto e dell'impresa. Se il punteggio supera la soglia, le imprese possono candidarsi al processo di selezione, il *click-day*. Il *click-day* è la procedura di assegnazione del trattamento vero e proprio e si basa sul seguente criterio: primo arrivato, primo servito. In altre parole, le aziende vengono ammesse o meno in base a un mero criterio temporale (per l'iniziativa 2013, nell'ordine dei centesimi di secondo). Dopo

l'ammissione al trattamento, le aziende non ricevono immediatamente la sovvenzione, ma devono realizzare l'investimento entro 12 mesi, durante i quali devono soddisfare specifici controlli amministrativi, tecnici e di affidabilità (corrispondenza del progetto presentato al progetto realizzato). Solo una volta completato l'investimento (fatto salvo il caso di parziale anticipazione) e superate con successo tutte le fasi procedurali, ottengono il diritto all'erogazione dell'aiuto.

In questo contesto, valutiamo il Bando 2013 concentrandoci esclusivamente sui progetti di investimento finalizzati all'acquisto di macchinari più sicuri e/o di sostituzione macchine (in servizio precedentemente al 1996). La nostra strategia di identificazione sfrutta le caratteristiche specifiche del processo di selezione del trattamento: poiché la decisione di agevolare (trattare) o meno un'impresa viene presa sulla base di un mero criterio temporale dell'ordine dei centesimi di secondo (*click-day*), tale procedura amministrativa garantisce un'assegnazione randomizzata al trattamento. Sulla base di questa evidenza, applichiamo un'analisi di regressione logistica e successivamente, come ulteriore controllo di robustezza dei risultati, eseguiamo l'analisi controfattuale che fornisce una stima dell'effetto medio di trattamento.

Il disegno di valutazione seguito, più nel dettaglio, prevede l'iniziale implementazione di un modello di regressione logistica al fine di calcolare la probabilità che un evento dicotomico si verifichi in una popolazione di unità campionarie indipendenti. Successivamente, come controllo di robustezza dei risultati ottenuti, l'analisi condotta prevede il ricorso ai classici metodi econometrici controfattuali per stimare l'Effetto Medio di Trattamento (ATE). Nell'approccio base, teniamo ferma l'assunzione di randomizzazione del processo di assegnazione del trattamento. In questa prospettiva, calcoliamo prima lo stimatore della differenza nella media (DIM) per l'ATE senza controllare per alcuna variabile, e successivamente aggiustiamo la specificazione del modello tramite l'inclusione di covariate appropriate per scontare l'eterogeneità presente nel nostro campione e ridurre il rischio di potenziale distorsione (*bias*) in presenza di variabili osservabili omesse (King *et al.*, 2021; Clarke, 2005).

Tuttavia, dopo l'assegnazione casuale al trattamento, durante il processo amministrativo, alcune imprese ammesse tramite il *click-day* abbandonano il programma di investimento e non ricevono il contributo pubblico (le cosiddette imprese *drop-out*). Tale fenomeno, generando per le imprese un effetto escludente (barriera o *attrition*) dal procedimento amministrativo, può determinare il sorgere di un possibile *bias* nelle nostre stime di base. Per corroborare i risultati precedentemente ottenuti, vengono condotte analisi che prevedono il ricorso a due metodi di matching nella fase antecedente alla stima dell'ATE. Il primo metodo di matching utilizzato è il Nearest-Neighbour (NN) Matching sulle covariate, basato sulla distanza di Mahalanobis; successivamente, seguendo Rosenbaum e Rubin (1983), abbiamo "accoppiato" le unità trattate e non trattate utilizzando il Propensity Score Matching (PSM), utilizzando la *Manhattan distance*.

Le stime di base evidenziano che l'iniziativa ISI 2013 ha prodotto un effetto differenziale sulla probabilità di default delle imprese, tra le imprese trattate e il gruppo di controllo, con segno negativo e statisticamente significativo. Ad ulteriore sostegno dei nostri risultati, l'effetto viene confermato anche a valle dei diversi controlli di robustezza implementati sia attraverso il ricorso alle stime DIM, sia attraverso la stima de-

gli ATE dopo aver implementato il *Nearest-Neighbour* matching sulle covariate ed il *Propensity Score Matching*.

In termini complessivi, dunque, i risultati ottenuti nel presente contributo suggeriscono che l'iniziativa ISI INAIL attuata nel 2013, limitatamente al sotto-campione delle società di capitali, oltre a perseguire una diminuzione del numero di infortuni e malattie professionali (cfr. Capitoli 8 e 9), ha determinato come effetto ulteriore ed indiretto un risultato positivo in termini di miglioramento della capacità di resilienza delle imprese.

In prospettiva di *policy*, le principali implicazioni dei risultati sono duplici. In primo luogo, che sussiste una complementarità strategica tra strumenti tradizionali di tipo regolamentare (*sticks*) e strumenti di incentivazione diretta agli investimenti in SSL (*carrots*). Soprattutto nel caso delle PMI, e in fase di ciclo economico avverso, prevedere strumenti di incentivazione diretta agli investimenti tangibili in SSL può generare effetti positivi sia sui livelli di SSL che sulle performance aziendali.

In secondo luogo, da questi risultati emerge quanto sia importante diffondere la conoscenza del valore economico della SSL: infatti, se i manager fossero consapevoli dell'impatto degli investimenti in SSL sulla performance aziendale, il rischio di sotto-investimento in SSL sarebbe ridotto (Rikhardsson & Impgaard, 2004).

Il Capitolo è organizzato come segue. Il paragrafo 2 passa in rassegna la letteratura che analizza il legame tra SSL e performance economica delle imprese. Il paragrafo 3 descrive i dati utilizzati per stimare l'effetto dell'iniziativa Bando ISI 2013. Il paragrafo 4 presenta il disegno di valutazione e la strategia di identificazione. Il paragrafo 5 riporta i risultati di stima ottenuti con gli approcci di base, mentre il paragrafo 6 mostra le stime condotte al fine di fornire una prova di robustezza. Il paragrafo 7, successivamente, espone i principali limiti dell'analisi. Infine, il paragrafo 8 traccia le principali riflessioni conclusive.

2. La Salute e Sicurezza sul Lavoro e la performance delle imprese

La SSL è studiata tradizionalmente in relazione alle sue conseguenze in termini di infortuni e malattie professionali. Tuttavia, alla luce dell'impatto prodotto sulla salute dei lavoratori, l'economia della salute sul lavoro è emersa come un'area di ricerca innovativa e rilevante (Burdorf, 2007).

La maggior parte della letteratura esistente si concentra sulla categorizzazione e sulla stima degli oneri economici legati alla SSL: essi sono collegati ad un aumento dei costi e ad una riduzione della produttività delle imprese. Seguendo Uegaki *et al.* (2011), possiamo identificare quattro etichette per indicare quattro proxy della misura di produttività che collega la salute alla performance dell'impresa e, quindi, nella nostra prospettiva, alla sopravvivenza: (1) le assenze per malattia²; (2) le assenze per malattia compensate³;

² Si riferisce all'assenteismo a breve termine, che spesso è seguito dalla non sostituzione del lavoratore infortunato, e che si traduce in una perdita di lavoro dovuta all'assenza del dipendente causata dal problema di salute non compensato (Uegaki *et al.*, 2011).

³ Si riferisce all'assenteismo a lungo termine, che si accompagna facilmente alla sostituzione dei lavoratori con problemi di salute. Tuttavia, ciò comporta costi legati al *turnover*, in particolare la ricerca,

(3) la limitazione o modificazione alle attività operative; (4) il presenzialismo lavorativo⁴. A livello operativo, ciò significa che quando si verificano incidenti sul lavoro emerge una diminuzione della produzione (imputabile alla perdita di giorni di lavoro e ai danni alle attrezzature) e/o un peggioramento della qualità del prodotto; inoltre, nel caso in cui i lavoratori siano ancora al lavoro anche se non completamente guariti, l'attività potrebbe essere svolta con una ridotta produttività. In entrambi i casi, il risultato è una perdita di parte dei profitti e della produttività che si sarebbero potenzialmente ottenuti considerando lo scenario ottimale di produzione a piena capacità (Andreoni, 1986).

Heinrich (1941), per quanto riguarda i costi originati dagli infortuni che incidono sulla performance economica delle imprese, utilizzando la metafora dell'iceberg, distingue tra costi professionali diretti e indiretti (nascosti): i primi sono l'ammontare totale delle prestazioni pagate dalla compagnia assicurativa, mentre i secondi sono le spese pagate direttamente dall'azienda, che rappresentano la parte più consistente.

Sulla base dell'analisi di Heinrich, Andreoni (1986) elabora un'ulteriore classificazione dei costi, sottolineando la scarsa capacità delle imprese di contabilizzarli. In particolare, Andreoni distingue tra costi fissi e variabili: da un lato, i costi fissi sopportati dall'impresa in ogni periodo anche in assenza di infortuni sul lavoro, e consistono essenzialmente in costi fissi di prevenzione. I costi variabili, invece, dipendono dal verificarsi degli infortuni sul lavoro e sono, quindi, legati alla loro frequenza e gravità. Di solito, questi ultimi non sono pienamente internalizzati all'interno delle scelte dei datori di lavoro e non sono facilmente visibili nei bilanci, a differenza dei costi fissi pagati in prevenzione (Kjellén *et al.*, 1997). Tale divergenza pone una questione critica per i risultati economici delle imprese: questa mancanza di consapevolezza spesso si traduce in un interesse limitato per la sicurezza, poiché le imprese promuoveranno iniziative in ambito SSL se i costi e i benefici economici associati agli investimenti in SSL possono essere quantificati e contabilizzati (Aaltonen, 1996; Rognstad, 1996; Grimaldi & Simonds, 1975).

Inoltre, Ashford (1997) sottolinea che l'analisi costi-benefici effettuate con approcci tradizionali per la scelta sullo sviluppo o l'adozione di tecnologie più avanzate in materia di SSL tendono a sovrastimare i costi della protezione dei lavoratori e a sottostimare i benefici che potrebbero scaturirne. Tale *bias*, capace di alterare le scelte comportamentali delle imprese, conduce ad un livello sub-ottimale di investimenti in salute e sicurezza sui luoghi di lavoro. Tale logica porta ad evidenziare l'ulteriore stretto legame sussistente tra avanzamento tecnologico e SSL: non si può assumere, infatti, che le opportunità tecnologiche accessibili alle imprese rimangano costanti (statica) nel tempo, ma è ragionevole supporre che esse crescano nel tempo evidenziando nuove soluzioni in grado di migliorare i livelli di SSL per le imprese (Giuffrida *et al.*, 2002).

L'interdipendenza tra l'innalzamento tecnologico delle dotazioni fisiche a disposizione delle imprese e le nuove e mutate opportunità in ambito SSL è particolarmente rilevante per il nostro studio. L'analisi condotta nel presente Capitolo, infatti, è riferita

l'assunzione e la formazione dei sostituti, effetti di spillover sui colleghi e i meccanismi che aumentano la perdita di produttività complessiva (Uegaki *et al.*, 2011).

⁴ Ossia, il peggioramento delle prestazioni lavorative. Ciò è dovuto al fatto che il dipendente è al lavoro nella funzione originaria, ma svolge il compito in modo meno efficace a causa del suo problema di salute (Uegaki *et al.*, 2011).

alla valutazione d'impatto che un'iniziativa pubblica, Bando ISI 2013, volta a sostenere progetti di investimento che prevedono l'acquisto di macchinari nuovi e più sicuri (tecnologicamente più avanzati), dispiega sulla sopravvivenza delle imprese. In particolare, i progetti di investimento promossi dall'iniziativa ISI riguardano sia l'acquisto di macchinari *ex novo* – che rendono meccanica un'operazione che precedentemente veniva svolta in modo manuale – che l'acquisto volto alla sostituzione di macchinari più vecchi e obsoleti con altri più moderni e tecnologicamente avanzati.

In letteratura, in aggiunta ai lavori di Ashford (1997) e degli altri autori già menzionati, molti lavori hanno messo in luce l'influenza esercitata dall'innovazione tecnologica sulla sopravvivenza delle imprese (Ugur & Vivarelli, 2021; Ortiz-Villajos & Sotoca, 2018; Colombelli *et al.*, 2013; Cefis & Marsili, 2012; Giovannetti *et al.*, 2011). In quest'ottica, studi precedenti confermano che il miglioramento dei livelli di SSL, attraverso investimenti beni strumentati tangibili, consente di migliorare le prestazioni economiche delle imprese (Veltri *et al.*, 2007; Kjellén *et al.*, 1997). Un ambiente di lavoro più sicuro porterà di conseguenza a una maggiore produttività e a una maggiore probabilità di sopravvivenza delle imprese.

Inoltre, come nell'economia ambientale (Tietenberg & Lewis, 2018; Dean & McMullen, 2007; Jaffe *et al.*, 2005), anche nell'economia della SSL possiamo individuare due possibili fonti di opposte esternalità.

In primo luogo, emerge un'esternalità negativa, perché le condizioni di lavoro non sicure o non sane di solito comportano costi (monetari e non monetari) per terzi, come le famiglie, i parenti e la società (Dorman, 2000) che i datori di lavoro non internalizzano. Il produttore ottimizzante porrà i benefici marginali uguali ai costi marginali (Pigou, 1932).

Se le esternalità sono imposte a terzi, e non ci sono né responsabilità né sanzioni normative, i costi marginali per l'impresa saranno inferiori ai costi marginali sociali e le imprese si impegneranno a produrre a un livello più basso del livello socialmente ottimale. Da questo punto di vista, i *policy maker* hanno interesse ad affrontare le questioni relative alla SSL al fine di promuovere l'internalizzazione di questi costi esterni attraverso la regolamentazione. Infatti, l'esistenza di responsabilità o di sanzioni normative per tali danni indurrà livelli più elevati di SSL imponendo all'impresa costi marginali più elevati (Viscusi, 2007).

In secondo luogo, i livelli di SSL privati generano un'esternalità positiva che non è completamente internalizzata nelle funzioni di ricavo delle imprese. Aumentare gli investimenti privati in materia di SSL attraverso sussidi potrebbe promuovere l'efficienza allocativa in almeno due modi. In primo luogo, come già menzionato, soprattutto nelle PMI, i datori di lavoro non sono sufficientemente consapevoli delle implicazioni economiche della salute e della sicurezza sul lavoro a livello aziendale (Tompa *et al.*, 2019; Lebeau *et al.*, 2014; Parent-Thirion *et al.*, 2012; Giuffrida *et al.*, 2002; Dorman, 2000; Arrow, 1978; Hayek, 1945). Ciò significa che esiste un'asimmetria informativa che potrebbe portare ad un sotto-investimento in SSL. In secondo luogo, come affermano Jeff *et al.* (2005), nel caso di investimenti in nuove tecnologie l'impresa che investe o implementa una nuova tecnologia crea benefici per terzi, sostenendone al contempo tutti i costi. Nei casi in cui gli incentivi privati non tengono pienamente conto delle esternalità, è razionale ipotizzare che l'efficacia degli strumenti di regolamentazione venga aumen-

tata facendo affidamento anche su sussidi pubblici diretti che facilitino la diffusione di nuove tecnologie pro-OSH. Di conseguenza, il doppio fallimento del mercato in termini di informazione asimmetrica e presenza di *spillover* positivi giustifica ancor di più l'opzione di prevedere, in casi specifici, una forma di sostegno pubblico.

A fronte della sopra citata letteratura, abbiamo l'opportunità di valutare e testare se il contributo economico diretto promosso dal Bando ISI 2013 per l'acquisto di nuovi macchinari per innalzare i livelli di SSL abbia effettivamente determinato un effetto *win-win* sia sui livelli di SSL (appurato nei Capitoli 8 e 9) che sulla capacità di resilienza e sopravvivenza delle imprese.

Le catene causali oggetto della presente valutazione affondano le radici nella teoria del cambiamento in ambito SSL in presenza di un intervento pubblico a sostegno degli investimenti in asset tangibili (Marrocco *et al.*, 2023). L'ipotesi è che se gli operatori economici sono sostenuti finanziariamente, intraprenderanno i investimenti in beni strumentali orientati a ridurre i rischi sul lavoro e a migliorare i livelli complessivi di SSL. A loro volta, tali investimenti contribuiranno a migliorare la capacità di sopravvivenza delle imprese beneficiarie. Laddove il Bando ISI-INAIL 2013 determinasse un effetto anche nel perseguire tali risultati aggiuntivi (di second-round o indiretti) rispetto a quelli specifici in SSL, ciò porterebbe ad una ulteriore argomentazione a sostegno di quanto invocato dall'Agenzia Europea per la Salute e la Sicurezza sul Lavoro⁵, ovvero che affiancare a soluzioni regolamentari (*sticks*) opzioni di intervento di sostegno diretto agli investimenti (*carrots*) per le PMI possa rappresentare la strada da intraprendere in Europa per rendere più efficace l'intervento pubblico in SSL.

Pertanto, rispetto alla letteratura esistente, testiamo la seguente ipotesi:

Hp. 1: il Bando ISI 2013 promosso dall'INAIL, incentivando gli investimenti tangibili in materia di SSL, determina, per il sotto campione delle società di capitali, un effetto positivo sulla sopravvivenza delle imprese.

3. Dati e statistiche descrittive

Per la costruzione del database utile per la nostra analisi, sono state innanzitutto raccolte informazioni da due dataset unici e originali forniti dall'INAIL: la fonte primaria dei dati raccoglie informazioni amministrative (ragione sociale, sede, codice fiscale dell'impresa, valore del progetto, importo concesso, ecc.) delle imprese partecipanti ai Bandi ISI dall'anno 2010 al 2018, da cui ricaviamo le imprese partecipanti al Bando ISI 2013. Questo DB è stato accoppiato con una seconda fonte fornita dall'INAIL – “Flussi Informativi” – che raccoglie, nello stesso arco temporale, informazioni assicurative specifi-

⁵ Elsler *et al.* (2011) nella relazione “*How to create economic incentives in occupational safety and health: A practical guide*” afferma che gli incentivi economici possono integrare l'applicazione della legge grazie ai benefici finanziari che apportano; inoltre, il ricorso agli incentivi economici è un modo utile per indurre le organizzazioni a investire nella SSL e ad andare oltre i requisiti minimi di legge. In aggiunta, nell'ambito del Quadro Strategico dell'UE per la salute e la sicurezza sul lavoro 2014-2020, la Commissione europea incoraggia gli Stati membri a utilizzare i fondi dell'UE (in particolare il Fondo Sociale Europeo – FSE) per finanziare e sostenere azioni relative alla SSL al fine di migliorare le loro politiche nazionali in materia (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0332>).

che delle imprese (settore, dimensione aziendale, tasso medio di tariffa nazionale, ecc.).

In secondo luogo, abbiamo ulteriormente abbinato il *dataset* relativo alle imprese ISI 2013 con il *database* fornito da Aida (Analisi Informatica delle Imprese Italiane). Aida registra le informazioni economico-finanziarie, statutarie e commerciali di tutte le società di capitali operanti in Italia; in particolare, il *database* Aida raccoglie dati dettagliati sulla natura dell'impresa, tra cui la data di costituzione, l'ubicazione, il settore di attività, i dati relativi all'attività dell'impresa, come i ricavi, la redditività, il numero di dipendenti, i costi salariali e i dati relativi alle procedure concorsuali. Queste informazioni aggiuntive sono necessarie per condurre la nostra analisi di sopravvivenza per le imprese trattate e non trattate.

Come variabile dipendente valutiamo la variabile dicotomica fornita da Aida "sopravvivenza dell'impresa" che assume il valore 1 se l'impresa è sopravvissuta e 0 se è fallita. Sulla base della classificazione Aida, implementiamo l'analisi in base alle seguenti cause di default: fallimento; scioglimento e liquidazione; concordato preventivo; chiusura della liquidazione; chiusura del fallimento; liquidazione volontaria; cancellazione d'ufficio a seguito dell'istituzione del fermo da parte della Camera di Commercio, Industria, Artigianato e Agricoltura; scioglimento; cancellazione dal registro delle imprese; stato di insolvenza; scioglimento per atto dell'autorità; motivo non specificato; liquidazione giudiziaria; cancellazione d'ufficio ai sensi dell'art. 2490 c.c.; liquidazione amministrativa coatta; cancellazione dal registro delle imprese; cessazione di ogni attività; liquidazione; scioglimento e messa in liquidazione; chiusura per fallimento o liquidazione; amministrazione giudiziaria. La Tabella 1 riassume le variabili utilizzate nella nostra analisi, il modo in cui le esprimiamo e la fonte dei dati.

Tabella 1. – Descrizione delle variabili

Variabile	Definizione	Fonte
<i>Sopravvivenza impresa</i>	Variabile dicotomica: = 1 se l'impresa è sopravvissuta, = 0 se l'impresa è fallita	Aida
<i>Debiti</i>	Tasso di variazione rispetto all'anno precedente dei debiti totali (mln Euro)	Aida
<i>Attività</i>	Tasso di variazione rispetto all'anno precedente delle attività totali (mln Euro)	Aida
<i>Produzione</i>	Tasso di variazione rispetto all'anno precedente del valore della produzione totale (mln Euro)	Aida
<i>Ricavi</i>	Tasso di variazione rispetto all'anno precedente dei ricavi totali (mln Euro)	Aida
<i>Salari</i>	Tasso di variazione rispetto all'anno precedente dei salari pagati (mln Euro)	Aida
<i>ROE</i>	Tasso di variazione rispetto all'anno precedente del rendimento del capitale (utile diviso per il capitale proprio)	Aida
<i>ROS</i>	Tasso di variazione rispetto all'anno precedente del ritorno sulle vendite (utile operativo diviso per le vendite nette)	Aida
<i>Tipo azienda</i>	Variabile di stratificazione: = 1 se l'impresa è S.r.l. (strato di riferimento), = 2 se l'impresa è S.p.a., = 3 se l'impresa assume la forma di Cooperativa o Consorzio, = 4 per altre forme	Aida
<i>Ateco</i>	Variabile di stratificazione: = 1 quando il settore è la manifattura (strato di riferimento), = 2 quando il settore è quello delle costruzioni, = 3 per tutti gli altri settori.	INAIL
<i>Macroregione</i>	Variabile di stratificazione: = 1 se l'impresa opera nel Nord d'Italia (strato di riferimento), = 2 se opera al Centro, = 3 se opera al Sud	INAIL
<i>Tecnologia</i> ⁶	Variabile dicotomica: = 1 se la compagnia opera con alta tecnologia, = 0 altrimenti	Istat

⁶ Questa variabile è costruita sulla base della classificazione Istat dell'intensità di innovazione settoriale. Un settore è classificato come innovativo (non innovativo) se la quota di imprese innovative sul totale è superiore (inferiore) alla media del macrosettore di riferimento.

Prima di procedere con l'analisi econometrica vengono calcolate le curve di rischio, ampiamente utilizzate per offrire una rappresentazione grafica *time-to-event* del fenomeno in esame (nel nostro caso, il fallimento delle imprese). Le *hazard functions* (funzioni di rischio) forniscono, per ogni punto temporale, il rischio di fallimento, ossia la probabilità condizionata che un'impresa fallisca nell'intervallo di tempo successivo, dato che tale impresa è sopravvissuta all'inizio dell'intervallo di tempo (Kaplan & Meier, 1958). La natura non continua della curva di rischio implica che non si tratta di funzioni "lisce", ma piuttosto di stime a gradini (cumulative). La Figura 1 mostra il tasso di insolvenza per l'intero campione. Nelle Figure 2 e 3, lo stesso confronto viene effettuato con riferimento ai due settori con la maggiore dimensione campionaria (rispettivamente manifatturiero e costruzioni).

Figura 1. – Hazard curve per l'intero campione (Win = 0: non trattate, Win = 1: trattate)

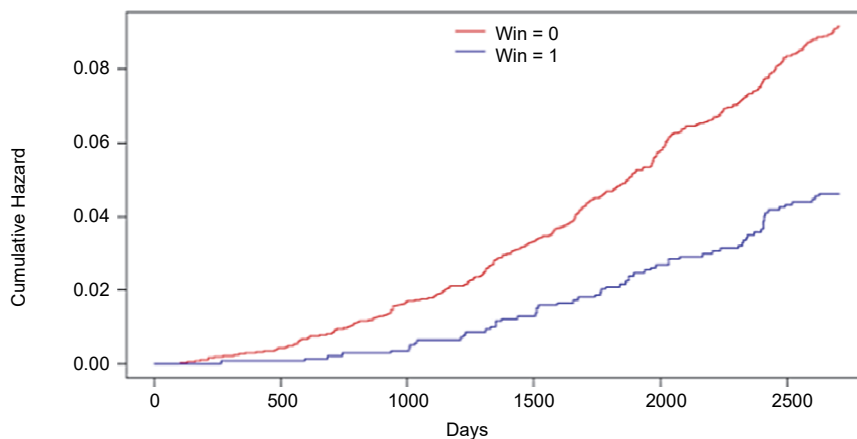


Figura 2. – Hazard curve per il settore manifatturiero (Win = 0: non trattate, Win = 1: trattate)

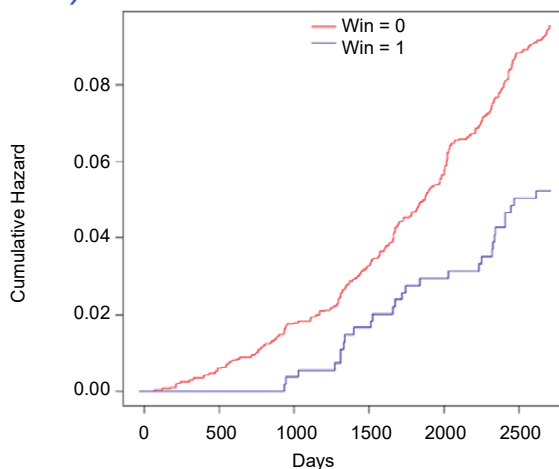
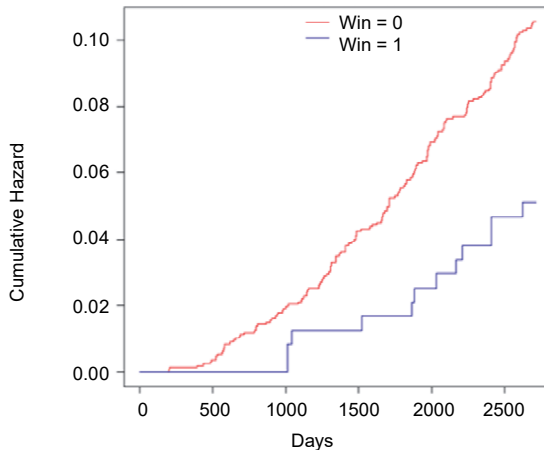


Figura 3. – Hazard curve per il settore delle costruzioni (Win = 0: non trattate, Win = 1: trattate)



La Figura 1 mostra un aumento del tasso di *default* delle imprese del gruppo di controllo rispetto a quelle effettivamente beneficiarie (trattate). L'esame della funzione di rischio nelle Figure 2 e 3 fornisce informazioni simili a quelle della Figura 1: il rischio di default delle imprese non trattate è considerevolmente più alto sia per il settore manifatturiero che per quello delle costruzioni. Tuttavia, tali statistiche descrittive forniscono solo un confronto iniziale di tipo statistico descrittivo, e non forniscono informazioni sulla significatività statistica delle differenze tra i due gruppi (Karadeniz & Ercan, 2017; Lee & Wang, 2003). Nel successivo paragrafo viene esposto l'impianto metodologico della strategia empirica.

4. Strategia empirica di identificazione

Il nostro obiettivo è valutare l'impatto sulla sopravvivenza delle imprese partecipanti al Bando ISI-INAIL 2013, con esclusivo riguardo delle società di capitali. Il Bando ISI 2013 presenta una dotazione finanziaria di circa 307 milioni di euro e l'entità del contributo è pari al 65% del valore del progetto ammissibile, con un contributo massimo erogabile (*cut-off*) di 130.000 euro.

Come negli studi epidemiologici, nel primo *step* viene condotta un'analisi di sopravvivenza. In tale prospettiva, l'attenzione è rivolta su uno o più gruppi di individui (nel nostro caso imprese), per ognuno dei quali viene definito un evento puntuale, che di solito coincide con la morte (nel nostro caso il *default* dell'impresa), che si verifica dopo un periodo di tempo. L'evento può verificarsi al massimo una volta per ogni unità statistica di osservazione (Cox & Oakes, 1984).

Iniziamo a identificare la nostra popolazione statistica di imprese trattate e non trattate attraverso il merge tra i due database forniti dall'INAIL. Da questa procedura ne

risulta un campione di 23.587 imprese partecipanti al Bando ISI 2013⁷: di cui 4.817 imprese sono eleggibili⁸ e 18.770 imprese non trattate⁹. Il tasso di bocciatura registrato è dell'82%.

In secondo luogo, escludiamo dal dataset le imprese che hanno presentato progetti per “Adozione di modelli organizzativi e di responsabilità sociale”¹⁰. Questa scelta è strettamente legata all'obiettivo del nostro esercizio empirico, ossia quello di valutare l'effetto del Bando ISI 2013 limitatamente ai soli progetti di investimento. Le imprese risultanti si riducono a 21.015, di cui 3.802 imprese ammissibili e 17.213 imprese non trattate.

In terzo luogo, rimuoviamo da questo set di dati le imprese c.d. *drop-out*¹¹, identificate come imprese che hanno superato il *click-day* ma non hanno completato l'investimento. Il risultato è un campione di 19.170 imprese, di cui 1.957 trattate¹² e 17.213 non trattate.

Infine, dopo aver eliminato le imprese vincitrici ai Bandi ISI precedenti o successivi, si procede ad aggiungere al nostro campione le informazioni relative ai dati di bilancio forniti da Aida. Visto che le imprese che partecipano al *click-day* (sia trattate che appartenenti al gruppo di controllo) non sono esclusivamente società di capitali, la dimensione del campione si riduce a 7.782 imprese, di cui 1.087 trattate e 6.695 non trattate. In questa fase, risultano osservazioni (righe) che, pur essendo state censite, presentano diversi dati mancanti nei valori di bilancio. Per questa ragione, eliminiamo dal nostro campione imprese che presentano incongruenze, valori *outlier* (in base ai test statistici ordinari) e valori mancanti, ottenendo un campione finale di 7.649 imprese, di cui 1.070 trattate e 6.579 non trattate¹³.

⁷ Questi campioni non contengono le imprese partecipanti nel 2013 (che abbiano superato o meno il *click-day*) che hanno ottenuto la sovvenzione nelle edizioni successive.

⁸ Si definiscono “eleggibili” le imprese che hanno partecipato al *click-day* e che hanno superato questa fase del processo di selezione, comprese le imprese *drop-out* (vedi nota 11).

⁹ Definiamo “non trattate” le imprese che hanno partecipato al *click-day*, ma che non hanno superato il processo di selezione.

¹⁰ Il Bando ISI 2013 prevedeva la concessione di finanziamenti per progetti rientranti in una delle seguenti tre categorie: 1) progetti di investimento; 2) progetti per l'adozione di modelli organizzativi e di responsabilità sociale; 3) progetti per la sostituzione o l'adeguamento di attrezzature di lavoro.

¹¹ Le imprese *drop-out* sono quelle che: i) non presentano la documentazione dopo il *click-day* ii) non superano il controllo amministrativo – relativo alla documentazione cartacea iii) non superano il controllo tecnico – relativo al progetto iv) non superano il controllo di *accountability* – il progetto realizzato deve corrispondere al progetto presentato. Queste imprese sono quelle che creano un potenziale *bias* di attrito (*attrition bias*), che viene affrontato nel resto dell'analisi attraverso le procedure di matching (vedi Sezione 6).

¹² Definiamo “trattate” le imprese che hanno aderito al *click-day*, hanno superato il processo di selezione e hanno completato l'investimento ammissibile.

¹³ Abbiamo escluso tutte le aziende con almeno 7 *missing* (compresi i *missing* nei codici Ateco) nei valori delle variabili di bilancio.

La Tabella 2 riassume le statistiche descrittive relative ai due gruppi per la variabile dipendente dicotomica.

Tabella 2. – Variabile dipendente dicotomica: numero e percentuale rispetto al totale (Fail = 1, Not Fail = 0)

Gruppo campionario	Non fallite		Fallite	
	Numero	Percentuale	Numero	Percentuale
Trattate (n. 1070)	1016	95%	54	5%
Non Trattate (n. 6579)	5934	90%	645	10%

Le Tabelle 3 e 4 riassumono le statistiche descrittive relative alle informazioni economico-finanziarie, statutarie e commerciali (covariate) del nostro campione.

Tabella 3. – Statistiche descrittive delle covariate economico-finanziarie, statutarie e commerciali (Tassi di variazione)

Variabili	Statistiche			
	Media	Mediana	Dev. St.	Numero
<i>Non trattate</i>				
Debiti	0.042	0,016	0.207	6579
Attività	0.085	0.066	0.247	6519
Produzione	0.020	0.022	0.284	6575
Ricavi	0.018	0.020	0.274	6568
Salari	0.044	0.032	0.266	6501
ROE	-0.051	-0.038	0.573	6094
ROS	-0.017	0.0001	0.395	6249
<i>Trattate</i>				
Debiti	0.034	0.020	0.155	1070
Attività	0.094	0.077	0.175	1068
Produzione	0.046	0.033	0.174	1070
Ricavi	0.037	0.030	0.196	1070
Salari	0.058	0.040	0.160	1064
ROE	-0.007	-0.008	0.486	1022
ROS	0.017	0.010	0.343	1031

Note: La tabella riporta le statistiche descrittive (media, mediana, deviazione standard e numero di unità per ogni anno) delle variabili utilizzate nell'analisi nel periodo 2013-2019, distinguendo tra le imprese che hanno beneficiato della politica (trattate) e quelle che non ne hanno beneficiato (non trattate). Le variabili sono espresse in termini di tasso di variazione. Questa scelta per il nostro studio è motivata da due serie di ragioni: in primo luogo, perché i campioni contengono imprese di dimensioni diverse, e quindi un'elevata variabilità dei valori. In secondo luogo, perché alcune caratteristiche (ad esempio, la realizzazione di un investimento, l'acquisto di un impianto o di un macchinario) sono eventi che l'impresa non ripete necessariamente in modo ciclico.

Tabella 4. – Statistiche descrittive delle covariate economico-finanziarie, statutarie e commerciali (Variabili di stratificazione e dicotomiche)

Variabili	Non trattate Statistiche (n. 6579)		Trattate Statistiche (n. 1070)	
	Numero	Percentuale	Numero	Percentuale
<i>Tipo Azienda</i>				
<i>Srl</i>	5943	90.3%	955	89.2%
<i>Spa</i>	319	4.9%	84	7.9%
<i>Coperative and Consorzi</i>	288	4.4%	25	2.3%
<i>Altri</i>	29	0.4%	6	0.6%
<i>Ateco</i>				
<i>Manifattura</i>	2868	43.6%	549	51.3%
<i>Costruzioni</i>	1685	25.6%	240	22.4%
<i>Altri</i>	1887	28.7%	265	24.8%
<i>Sconosciuto</i>	139	2.1%	16	1.5%
<i>Macroregione</i>				
<i>Nord</i>	3162	48.1%	633	59.2%
<i>Centro</i>	1296	19.7%	271	25.3%
<i>Sud</i>	2121	32.2%	166	15.5%
<i>Tecnologia</i>				
<i>Alta</i>	3889	59.1%	592	55.3%
<i>Bassa</i>	2690	40.9%	478	44.7%

Note: La tabella riporta le statistiche descrittive (numero di unità in ciascun anno e percentuale rispetto al numero totale di unità) delle variabili di stratificazione e dicotomiche utilizzate nell'analisi nel periodo 2013-2019, distinguendo tra le imprese che hanno beneficiato della politica (trattate) e quelle che non ne hanno beneficiato (non trattate).

Come sottolineano Angrist e Krueger (1999), «le domande empiriche più impegnative in economia riguardano affermazioni come “cosa succederebbe se”», e le relazioni causali al centro delle domande implicano sempre dei confronti tra stati controfattuali del mondo. In questo quadro, la parola chiave è “confronto”. Negli esperimenti randomizzati, i risultati dei due gruppi di trattamento possono di solito essere confrontati direttamente alla luce della “similarità” delle loro unità; invece, negli esperimenti non randomizzati tali confronti diretti possono essere fuorvianti perché le unità esposte al trattamento generalmente differiscono sistematicamente dalle unità non esposte al trattamento (Rosenbaum & Rubin, 1983).

La nostra strategia di identificazione si avvale delle caratteristiche del processo di selezione al trattamento, il *click-day*. L'assegnazione di un'unità al trattamento o al non trattamento viene decisa in base a un criterio temporale dell'ordine dei centesimi di secondo e questa procedura amministrativa garantisce un'assegnazione randomizzata. In altre parole, le caratteristiche dello strumento politico assicurano che, in media, le imprese trattate e quelle non trattate non differiscano sistematicamente (Angrist & Krueger, 1999).

Sulla base di tali presupposti, iniziamo l'analisi implementando un modello di re-

gressione logistica. In particolare, la regressione logistica calcola la probabilità che un evento dicotomico si verifichi in una popolazione di unità campionarie indipendenti. Il modello logistico predice il *logit* di Y (variabile dipendente) a partire da X (variabili indipendenti). Il *logit* è il logaritmo naturale (\ln) degli *odds* di Y , e gli *odds* sono i rapporti tra le probabilità (p) che si verifichi l'evento (cioè il *default* delle imprese) e le probabilità ($1-p$) che Y non si verifichi (le imprese sono sopravvissute) (Peng *et al.*, 2002). La nostra stima basata sulla regressione logistica è rappresentata dalla seguente formula:

$$\begin{aligned} \ln(\text{Fail}/(1 - \text{Fail})) = & \beta_0 + \beta_1 \text{Trattamento}_i + \beta_2 \text{Ateco2}_i + \beta_3 \text{Ateco3}_i \\ & + \beta_4 \text{Debiti}_i + \beta_5 \text{Attività}_i + \beta_6 \text{Produzione}_i + \beta_7 \text{Ricavi}_i \\ & + \beta_8 \text{Salari}_i + \beta_9 \text{ROE}_i + \beta_{10} \text{ROS}_i + \beta_{11} \text{macro_reg}_i + \beta_{12} \text{tec}_i \\ & + \beta_{13} \text{tipo_azi} + \varepsilon_i \end{aligned}$$

dove i indicizza le imprese, *Trattamento*, *Ateco*, *Debiti*, *Attività*, *Produzione*, *Ricavi*, *Salari*, *ROE*, *ROS*, *Macroregione* (*macro_reg*), *Tecnologia* (*tec*), *Tipo Azienda* (*tipo_az*) sono le variabili definite e specificate in precedenza (cfr. paragrafo 3). L'esito è l'*odds ratio* (*OR*), che è una misura di associazione, in quanto approssima quanto sia più probabile (o improbabile) l'esito per il gruppo di riferimento rispetto al gruppo di confronto (Hosmer *et al.*, 2013). Per interpretare i risultati della stima, un *hazard ratio* statisticamente significativo inferiore (superiore) a uno implica che la variabile diminuisce (aumenta) la corrispondente probabilità di default, a parità di altre condizioni.

Come analisi di robustezza dei nostri risultati di base, implementiamo in aggiunta alcuni metodi econometrici controfattuali alternativi, stimando gli Effetti Medio di Trattamento (ATE). In questo quadro esiste il “*problema fondamentale dell'inferenza causale*” (Holland, 1986): è impossibile osservare il valore di $Y_t(u)$ e $Y_c(u)$ sulla stessa unità e , quindi, è impossibile osservare l'effetto di t su u , dove $Y_t(u)$ è il valore della risposta che si osserverebbe se l'unità fosse esposta al trattamento e $Y_c(u)$ è il valore che si osserverebbe sulla stessa unità se fosse esposta al controllo (nessun trattamento). Tuttavia, la randomizzazione delle unità (consentita dal meccanismo del *click-day*) a diversi trattamenti garantisce che in media non vi siano differenze sistematiche nelle covariate osservate o non osservate (cioè una distorsione – *bias*) tra trattati e non trattati (D'Agostino Jr., 1998). Questo quadro consente di stimare l'ATE come semplice differenza tra la media campionaria della variabile di esito delle unità trattate e la media campionaria della variabile di esito delle unità non trattate, che è il noto stimatore “*Difference-in-means*” (DIM) (Cerulli, 2015).

Calcoliamo come primo step lo stimatore DIM per l'ATE senza condizionare per il nostro set di variabili di controllo:

$$\text{Fail}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{Treatment}_i$$

dove il parametro β_1 misura l'effetto del trattamento.

Ma anche con i dati randomizzati il valutatore, se da un lato, può ignorare le variabili che non ritiene influenzino la variabile di esito, dall'altro, può voler aggiustare per quelle variabili che ritiene abbiano un effetto sulla variabile di interesse (Rubin, 1974).

Quindi, per far fronte al rischio di un potenziale *bias* da omissione di variabili (King *et al.*, 2021; Clarke, 2005; Angrist & Krueger, 1999) e per ottenere stime più precise dell'effetto causale di interesse (Angrist & Pischke, 2009), aggiustiamo il modello includendo le covariate che si ritengono in grado di spiegare il fenomeno oggetto di analisi (Negi & Wooldridge, 2021; Lin, 2013; Cochran, 1957). Formalmente, adottiamo la seguente specificazione

$$\begin{aligned} Fail_i = & \beta_0 + \beta_1 Trattamento_i + \beta_2 Ateco2_i + \beta_3 Ateco3_i + \beta_4 Debiti_i \\ & + \beta_5 Attività_i + \beta_6 Produzione_i + \beta_7 Ricavi_i + \beta_8 Salari_i \\ & + \beta_9 ROE_i + \beta_{10} ROS_i + \beta_{11} macro_reg_i + \beta_{12} tec_i + \beta_{13} tipo_azi \\ & + \varepsilon_i \end{aligned}$$

dove β_1 rappresenta lo stimatore ATE, che rappresenta la differenza tra gli esiti attesi delle imprese agevolate Bando ISI 2013 e gli esiti rivenuti a seguito del mancato trattamento, condizionato dall'insieme delle covariate sopra specificate.

Tuttavia, alcune imprese ammesse in base al *click-day* non portano a termine l'investimento (le cosiddette imprese *drop-out*, si veda nota 11). Ciò significa che, mentre per le imprese non trattate è stato incluso l'intero campione di imprese non ammesse, nel campione delle imprese trattate includiamo solo quelle che hanno completato l'investimento e ricevuto il sussidio per intero. Pertanto, è possibile che il fenomeno del *drop-out* possa influenzare la caratteristica di randomizzazione dei nostri gruppi.

Come sottolineano Bryson *et al.* (2002), nel caso di assegnazione casuale, possiamo essere certi che le popolazioni trattate e non trattate siano comparabili in termini di caratteristiche osservabili e non osservabili; tuttavia, le caratteristiche operative della procedura amministrativa possono sollevare problemi di selezione da tenere in considerazione. In altri termini, i vantaggi offerti dall'assegnazione casuale prevista dal Bando ISI 2013, tuttavia, possono ridursi nella pratica a causa dei filtri amministrativi applicati alle imprese eleggibili.

Per far fronte a questa potenziale distorsione da attrito (*attrition bias*), rafforziamo la nostra analisi stimando gli ATE dopo aver condotto due tipi alternativi di metodi di matching (*exact matching* e PSM).

Per definizione, tutte le tecniche di matching sono finalizzate a recuperare il risultato potenziale non osservabile di un'unità utilizzando il risultato osservabile di unità più simili – ossia con caratteristiche strutturali omogenee – nello *status* opposto (Cerulli, 2015).

Il primo metodo impiegato è un matching standard di tipo *Nearest-Neighbour* (NN) basato sulla distanza di Mahalanobis. In particolare, il suddetto matching esatto viene utilizzato limitando la procedura attraverso un accoppiamento che si basa esclusivamente sulle variabili discrete (dicotomiche e di stratificazione) “tipo azienda”, “Ateco”, “Macroregione” e “Tecnologia”. Tale scelta è condizionata dalla constatazione che quando il vettore delle covariate è particolarmente ampio e/o contiene variabili continue, il matching esatto è impraticabile (Cerulli, 2015). Tale criticità è anche nota come “problema di dimensionalità”.

Tuttavia, le variabili discrete potrebbero non essere sufficienti a cogliere le poten-

ziali differenze generate dal suddetto rischio di *attrition bias* tra le unità trattate e quelle non trattate. Per ovviare al problema della dimensionalità e per “accoppiare” le unità in base alle variabili finanziarie (continue), seguendo Rosenbaum e Rubin (1983), calcoliamo l’ATE dopo aver applicato la tecnica del Propensity Score Matching (PSM). Questo metodo permette di ridurre la multidimensionalità ad un’unica dimensione scalare stimata, il *propensity score* $p(x)$, definito come la probabilità condizionata di assegnazione a un particolare trattamento, dato un vettore di covariate osservate (Dehejia & Wahba, 1999; Rosenbaum & Rubin, 1983). La metrica di distanza utilizzata nel PSM è la distanza metrica di Manhattan¹⁴ e le variabili utilizzate per abbinare le unità trattate e non trattate sono Tipo azienda, Ateco, Macroregione, Tecnologia, Debiti, Attività, Produzione, Ricavi e Salari.

Infine, per verificare l’eventuale eterogeneità all’interno dei gruppi campionari e per identificare il segno dell’effetto stimato della politica anche in funzione di particolari sottogruppi presenti nel nostro *sample*, eseguiamo l’analisi di sopravvivenza sui due settori con la maggiore dimensione campionaria (manifatturiero e costruzioni).

5. Risultati

Come precedentemente esposto, il punto di partenza delle nostre analisi è rappresentato dalle stime del modello di regressione logistica specificato nell’eq. (1). I risultati delle stime logistiche sono presentati in Tabella 5. Il test di Wald fornisce un adeguato sostegno alle specifiche del nostro modello. La prima colonna (Modello 1) presenta stime in cui non sono state considerate le covariate dicotomiche e di stratificazione. Nella seconda colonna (Modello 2), presentiamo le stime in cui sono inclusi tutti i controlli; nella terza colonna (Modello 3), estendiamo ulteriormente la specificazione all’effetto fisso (FE) geografico considerando anche il livello provinciale.

Tabella 5. – Regressione logistica: risultati (variabile dipendente: fallimento)

Variabili	Logistica (Modello 1)	Logistica (Modello 2)	Logistica (Modello 3)
<i>Trattamento</i>	-0.574*** (0.177)	-0.544*** (0.045)	-0.532*** (0.181)
<i>Debiti</i>	1.890*** (0.300)	1.846*** (0.301)	1.739*** (0.308)
<i>Attività</i>	-1.177*** (0.278)	-1.247*** (0.277)	-1.24*** (0.285)
<i>Produzione</i>	-2.450*** (0.327)	-2.378*** (0.325)	-2.396*** (0.336)
<i>Ricavi</i>	-0.699*** (0.230)	-0.606** (0.299)	-0.627** (0.303)
<i>Salari</i>	0.292 (0.196)	0.246 (0.196)	0.322*** (0.208)
<i>ROE</i>	-0.156** (0.080)	-0.139* (0.082)	-0.120* (0.083)

¹⁴ I modelli sono risultati non influenzati dalle distanze metriche utilizzate.

<i>ROS</i>	-0.158 (0.130)	-0.158 (0.131)	-0.145 (0.133)
<i>Centro</i>		0.191 (0.128)	0.416 (0.621)
<i>Sud</i>		0.076 (0.119)	0.389 (0.554)
<i>Tecnologia</i>		-0.237 (0.128)	-0.227* (0.130)
<i>Spa</i>		-0.274 (0.257)	-0.343 (0.262)
<i>Cooperativa e Consorzi</i>		0.226 (0.267)	0.169 (0.276)
<i>Altri tipi di azienda</i>		-12.802 (289.07)	-14.7 (762.6)
<i>Costruzioni</i>		0.341 (0.157)	0.375** (0.162)
<i>Altri settori</i>		0.23 (0.129)	0.218* (0.133)
<i>Intercetta</i>	-2.591*** (0.057)	-2.658*** (0.101)	-2.527*** (0.313)
Province: dummies	NO	NO	YES
Osservazioni	6961	6961	6961
<i>n. trattate</i>	1069	1069	1069
<i>n. non trattate</i>	5892	5892	5892
Log likelihood	-1602.797	-1578.509	-1513.19
Pseudo R ²	0.29944	0.31	0.339
LR Test	248.189	254.924	385.562
Wald χ^2	10.5***	9.3***	8.6***

Note: errori standard robusti in parentesi, *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Riscontriamo un effetto negativo (diminuzione) del trattamento nel 2013 sulla probabilità di insolvenza. Il segno, l'entità e la significatività statistica a livello dell'1% della variabile di trattamento rimangono coerentemente stabili in tutte le specifiche del modello, nonostante l'inclusione progressiva delle variabili di controllo, compreso un ulteriore controllo geografico a livello di provincia.

Per quanto riguarda le variabili di controllo, hanno tutte il segno atteso. Ad eccezione delle variabili "ROS" e "Salari" (per le prime due specificazioni del modello), sono tutte significative e con una magnitudine simile in tutte le diverse specificazioni del modello. Queste stime, pur essendo molto promettenti, rappresentano i nostri risultati di base che, tuttavia, necessitano di essere ulteriormente confermati attraverso una estesa analisi di robustezza.

6. Check di robustezza e di eterogeneità

6.1. Check di robustezza

Come spiegato nella sezione relativa alla strategia econometrica implementata (Sezione 4), procediamo eseguendo ulteriormente una verifica di robustezza dei risultati precedentemente ottenuti in un quadro di analisi controfattuale più tradizionale. In primo luogo, nella Tabella 6 stimiamo il DIM senza controllare per altre variabili.

Tabella 6. – Stimatore DIM senza variabili di controllo (osservazioni n. 6961, n. trattate = 1069, n. non trattate = 5892)

	Coeff	Conf. Int		Std. Error	z value	Pr(> z)	
		2,50%	97,50%				
<i>(Intercetta)</i>	0.098	-0.066	0.029	0.009	-5.020	0.000	***
<i>Trattamento</i>	-0.048	0.091	0.105	0.004	27.640	0.000	***

Lo stimatore DIM, senza controlli, conferma i risultati ottenuti con l'analisi di base. Troviamo effetti significativi del Bando ISI-INAIL 2013 sulla probabilità di fallimento delle imprese. Tuttavia, l'effetto del programma mostra un'entità leggermente inferiore rispetto alle stime di base.

Estendendo il *set* delle covariate di controllo in questo *framework* si presentano i risultati delle stime DIM in Tabella 7:

Tabella 7. – Stimatore DIM con variabili di controllo (osservazioni = 6961, n. trattate = 1069, n. non trattate = 5892)

	Coeff	Conf. Int		Std. Error	t value	Pr(> t)	
		2,50%	97,50%				
<i>(Intercetta)</i>	0.0862	0.062	0.110	0.012	7.030	0.000	***
<i>Trattamento</i>	-0.0328	-0.051	-0.015	0.009	-3.570	0.000	***
<i>Ateco</i>				SI			
<i>Var. finanziarie</i>				SI			
<i>Macro regione</i>				SI			
<i>Tecnologia</i>				SI			
<i>Tipo azienda</i>				SI			

Se osserviamo il valore DIM controllando per le covariate, emerge le differenze nella *performance* di fallimento delle trattate rispetto alle imprese non trattate resta evidente. Il segno negativo del coefficiente “Trattamento” indica che le imprese trattate falliscono meno di quelle non trattate. L'entità dell'effetto è inferiore sia alle stime di base sia alla stima dell'ATE effettuata senza variabili di controllo. Il parametro stimato, anche in questo caso, è altamente statisticamente significativo (< 1%).

Infine, per controllare per gli effetti derivanti dall'*attrition bias* all'interno del procedimento amministrativo che potrebbe incidere sull'ipotesi di randomizzazione dei nostri campioni, stimiamo ulteriormente gli ATE confrontando le performance delle unità trattate e non trattate “più simili” implementando due diverse procedure di *matching*.

In particolare, il primo approccio applicato è il *matching* 1 a 1 tra “unità vicine” o identiche basato sulla distanza di Mahalanobis. I risultati sono riportati nella Tabella 8:

Tabella 8. – Stimatore 1-to-1 Nearest-Neighbour Matching per ATE (distanza di Mahalanobis) (n. trattate = n. non trattate = 1069)

	Coeff	Normal-based Conf. Int		Abadie- Imbens Robust Std. Error	z value	Pr(> z)		Neighbours
		2,50%	97,50%					
<i>ATE Trattamento</i> (1 Vs 0)	-0.048	-0.064	-0.032	0.008	-5.920	0.000	***	1

I risultati appaiono coerenti con i precedenti. Quando viene ristretto il campione attraverso un NN-matching 1 a 1¹⁵, il valore dell'effetto medio di trattamento è ancora negativo, anche se l'effetto è leggermente superiore a quello ottenuto attraverso il DIM calcolato controllando per le covariate. Il livello di significatività statistica all'1% resta il medesimo. Pertanto, questa ulteriore prova permette di aumentare la attendibilità circa la relazione positiva tra trattamento e sopravvivenza delle imprese.

Inoltre, per tenere in considerazione il problema dell'inclusione di variabili continue nella procedura di "accoppiamento" delle unità a confronto, stimiamo ulteriormente gli ATE sulla base del Propensity Score Matching. Il PSM identifica gli ATE solo sotto tre ipotesi (Cerulli, 2015):

1. Indipendenza media condizionata (CMI): $E(Y_1|x, T) = E(Y_1|x)$ e $(Y_0|x, T) = E(Y_0|x)$, ossia, la media degli esiti potenziali quando l'unità è trattata (Y_1) e l'esito potenziale quando l'unità non è trattata (Y_0) date le x (covariate) non dipende dalla variazione di T (trattamento), cioè è la stessa per ogni valore di T . Nel nostro caso, questa ipotesi è valida poiché l'assegnazione del trattamento dipende semplicemente dalla procedura del *click-day* (criteri temporali)¹⁶.
2. Sovrapposizione: $0 < p(x) < 1$, dove $p(x)$ è il *propensity score*. Se questa ipotesi non fosse valida, potrebbero esistere unità con caratteristiche specifiche x che ricevono sempre il trattamento (cioè, $p(x) = 1$) o non lo ricevono mai (cioè, $p(x) = 0$). Ciò non ci permetterebbe di identificare la stima dell'ATE. Tuttavia, nella pratica empirica, fortunatamente, trovare casi in cui $p(x) = 1$ o $p(x) = 0$ è improbabile.
3. Bilanciamento: $\{(T_|x)|Matching\}$, cioè, dopo il *matching*, la distribuzione delle covariate nel gruppo trattato e in quello non trattato deve essere il medesimo.

Prima di stimare l'ATE per la variabile "Trattamento" attraverso il PSM, procediamo a controllare l'appropriatezza del bilanciamento delle covariate utilizzate (tipo azienda, ATECO, macroregione, tecnologia, debiti, attività, produzione e salari). La Figura 4 mostra il bilanciamento delle variabili utilizzate per abbinare le unità trattate e non trattate prima e dopo l'abbinamento basato sul *propensity score*.

¹⁵ I risultati si confermano anche quando si applica la corrispondenza 1:2 e 1:3 con i vicini.

¹⁶ L'ammissibilità o meno al trattamento dipende da centesimi di secondo.

Figura 4. – Bilanciamento pre e post-matching basato sul PS delle variabili finanziarie (n. trattate = n. non trattate = 1069)

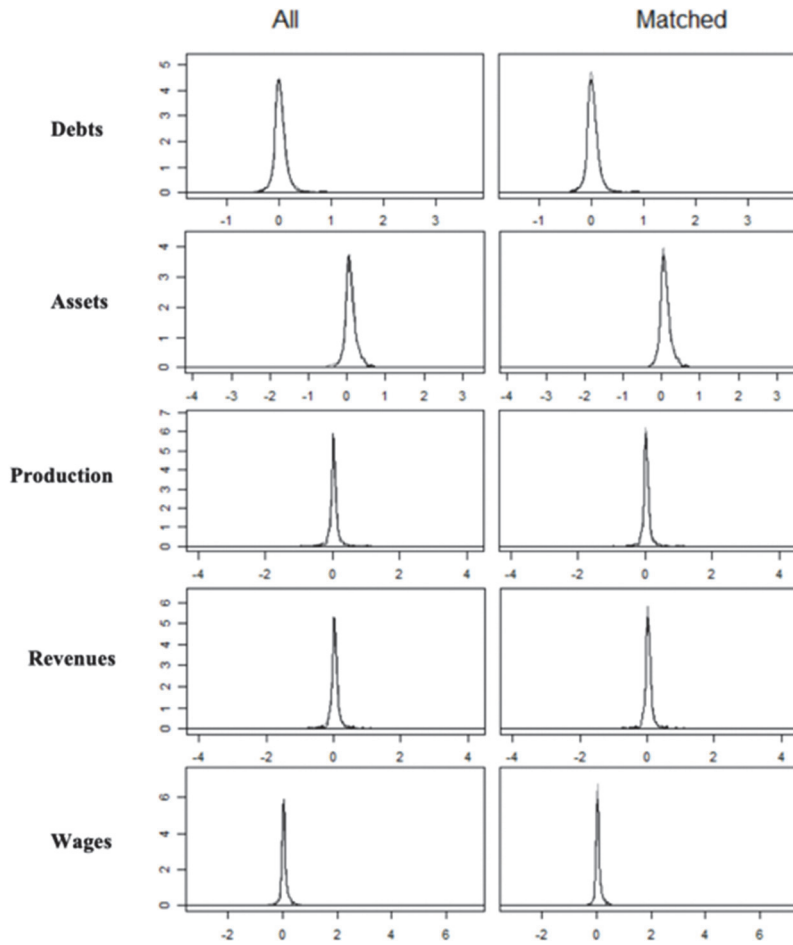
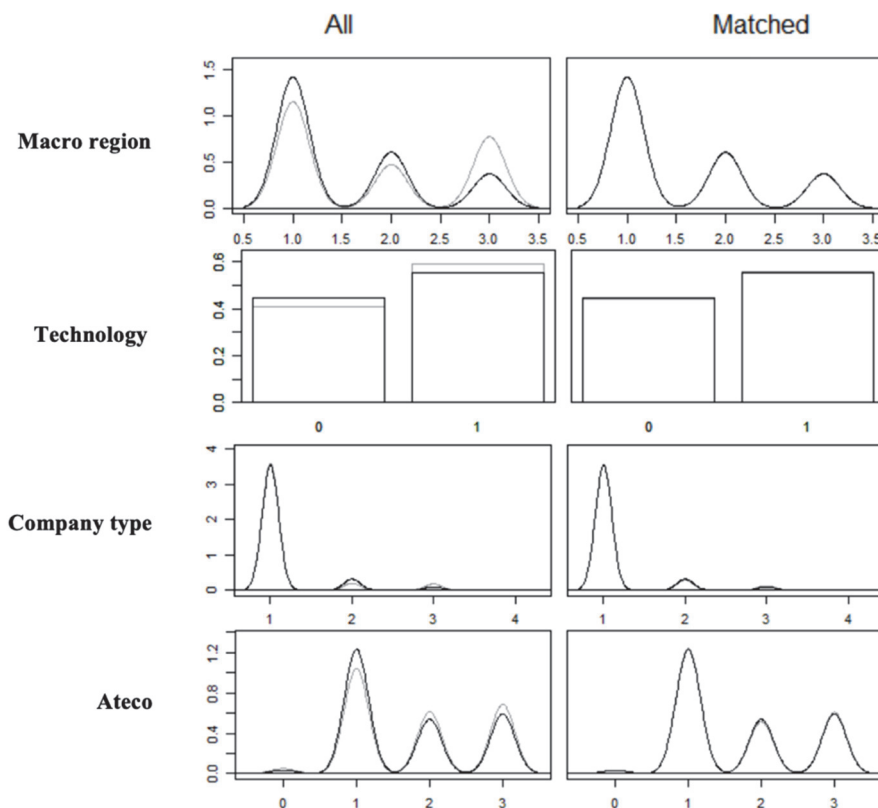


Figura 5. – Bilanciamento pre e post-matching basato sul PS delle variabili dicotomiche e di stratificazione (n. trattate = n. non trattate = 1069)



Le Figure 4 e 5 mostrano un ottimo bilanciamento delle covariate continue e discrete. Infatti, sebbene ci fosse già un buon bilanciamento nei due gruppi prima del *matching* basato su PS, dopo la procedura di matching questo bilanciamento è ancora più preciso.

La successiva stima dell'ATE della variabile "Trattamento" in questo contesto fornisce il risultato presentato in Tabella 9.

Tabella 9. – Propensity Score Matching (distanza di Manhattan) (n. trattate = n. non trattate 1069)

	Coeff	Normal-based Conf. Int		Abadie-Imbens Robust Std. Error	z value	Pr(> z)	***	Neighbors
		2,50%	97,50%					
ATE Trattamento (1 Vs 0)	-0.043	-0.062	-0.023	0.009	-4.33	0.000	***	1

Questo risultato finale fornisce una ulteriore conferma ai risultati precedentemente ottenuti. In particolare, l'entità del trattamento è molto simile per magnitudine e per significatività statistica a quella stimata tramite *NN-matching*.

6.2. Check di eterogeneità

Sebbene i risultati ottenuti nelle diverse analisi siano concordanti, è possibile che l'esito medio dell'iniziativa Bando ISI 2013 sia fortemente influenzato dalla diversa appartenenza settoriale delle imprese incluse nell'analisi. Di conseguenza, per verificare eventuali effetti di eterogeneità nei gruppi campionari, la presente sottosezione implementa le analisi di sopravvivenza (regressione logistica) all'interno dei due settori con la maggiore dimensione campionaria (manifatturiero e costruzioni). La scelta è motivata dall'ipotesi diffusa che le imprese appartenenti a settori diversi possano avere performance diverse in termini di fallimento, avendo prerequisiti e obblighi finanziari diversi (Pasternak-Malicka *et al.*, 2021; Bărbuță-Mișu & Madaleno, 2020; Rösch, 2003; Zmijewski, 1984; Ohlson, 1980; Altman, 1968). Le stime della regressione logistica per i settori del manifatturiero e delle costruzioni forniscono i seguenti risultati (Tabelle 10 e 11):

Tabella 10. – Regressione logistica per il settore manifatturiero

Variabili	Logistic (Modello 1)	Logistic (Modello 2)	Logistic (Modello 3)
Trattamento	-0.458* (0.256)	-0.348 (0.260)	-0.360 (0.266)
Debiti	1.503** (0.632)	1.222* (0.638)	1.374** (0.678)
Attività	-0.923** (0.480)	-0.843* (0.488)	-1.014* (0.535)
Produzione	-1.861*** (0.511)	-1.553*** (0.528)	-1.823*** (0.571)
Ricavi	-1.529** (0.645)	-1.804*** (0.674)	-1.420** (0.696)
Salari	-0.093 (0.591)	0.015 (0.587)	0.129 (0.646)
ROE	-0.090 (0.143)	-0.042 (0.148)	-0.080 (0.150)
ROS	-0.446** (0.209)	-0.484** (0.210)	-0.449** (0.219)
Centro		-0.256 (1.266)	-0.202 (1.296)
Sud		0.163 (0.270)	-0.033 (1.354)
Tecnologia		0.033 (0.177)	-0.051 (0.184)
Spa		-0.064 (0.313)	-0.153 (0.324)
Coperative e Consorzi		0.931* (0.557)	0.841 (0.575)
Altri tipi di azienda		-13.345 (748.97)	-15.505 (197.4)
Intercetta	-2.715*** (0.092)	-2.576*** (0.266)	-2.581*** (0.403)
Province: dummies	NO	NO	YES
Osservazioni	3559	3559	3559
<i>n. trattate</i>	702	702	702
<i>n. non trattate</i>	2857	2857	2857
Log likelihood	-651.984	-631.179	-593.585
Pseudo R ²	0.715	0.724	0.74
LR Test	80.353***	121.96***	197.15***
Wald χ^2	3.2*	1.8	1.8

Tabella 11. – *Regressione logistica per il settore delle costruzioni*

Variabili	Logistica (Modello 1)	Logistica (Modello 2)	Logistica (Modello 3)
<i>Trattamento</i>	-0.395 (0.330)	-0.625* (0.344)	-0.670* (0.369)
<i>Debiti</i>	3.026*** (0.499)	3.177*** (0.524)	3.243*** (0.587)
<i>Attività</i>	-0.348 (0.515)	-0.,240 (0.500)	-0.354 (0.572)
<i>Produzione</i>	-3.097*** (0.558)	-3.120*** (0.591)	-3.455*** (0.666)
<i>Ricavi</i>	-0.720* (0.420)	-0.828* (0.436)	-0.613 (0.478)
<i>Salari</i>	0.295 (0.233)	0.379 (0.240)	0.453* (0.275)
<i>ROE</i>	-0.226 (0.147)	-0.253* (0.149)	-0.262* (0.161)
<i>ROS</i>	-0.01 (0.245)	-0.072 (0.258)	0.007 (0.262)
<i>Centro</i>		0.451 (1.458)	-0.524 (1.617)
<i>Sud</i>		-0.469 (1.253)	0.380 (1.454)
<i>Tecnologia</i>		NA	NA
<i>Spa</i>		-1.000 (1.027)	-0.927 (1.052)
<i>Coperative e Consorzi</i>		0.722 (0.567)	0.754 (0.637)
<i>Altri tipi di azienda</i>		-14.09 (1391.68)	-15.050 (3480)
<i>Intercetta</i>	-2.671*** (0.117)	-2.360*** (0.376)	-2.250*** (0.680)
Province: dummies	NO	NO	YES
Osservazioni	2072	2072	2072
<i>n. trattate</i>	393	393	393
<i>n. non trattate</i>	1679	1679	1679
Log likelihood	-443.355	-422.461	-380.469
Pseudo R ²	0.81	0.81	0.83
LR Test	103.09***	144.87***	228.86***
Wald χ^2	1.4	NA	NA

Per quanto riguarda il settore manifatturiero, il segno dei coefficienti rimane invariato per tutte le variabili rispetto all'analisi condotta sull'intero campione. L'entità dell'effetto della variabile "Trattamento" è leggermente inferiore a quella relativa all'intero campione, a un livello di significatività del 10% nel Modello 1, a differenza dei Modelli 2 e 3 in cui non è significativo, ma sempre con segno negativo (protettivo nei confronti del fallimento). Per quanto riguarda il sotto campione delle costruzioni, i risultati appaiono ancora più coerenti rispetto a quelli ottenuti nella *baseline*, con l'entità dell'effetto della variabile "Trattamento" ancora più elevata seppur ad un livello di significatività statistica più bassa (del 10%), per i Modelli 2 e 3.

7. Limiti: validità esterna e margine estensivo

I risultati di valutazione sul Bando ISI 2013 emersi in questo Capitolo possono essere estesi solo alle società di capitali. Di conseguenza l'analisi condotta presenta una limitazione riguardo la validità esterna, ossia circa la generalizzabilità ad altre popolazioni, a parità di fattori, dell'effetto causale emerso nei risultati. Tale inconveniente dipende dal fatto che le covariate di bilancio e finanziarie utilizzate – necessarie per evitare il rischio di distorsione da variabili omesse dei risultati di un'analisi di sopravvivenza – sono variabili a disposizione esclusivamente per le società di capitali e non anche per le società di persone, le quali, perciò, sono state escluse dall'analisi. Considerato che l'iniziativa ISI INAIL si rivolge a tutte le tipologie di imprese, l'esito valutativo ottenuto con riferimento al sotto campione delle società di capitali potrebbe differire dalla risposta potenziale dell'intera popolazione di imprese. Alla luce di questo necessario ragionamento, non è possibile asserire che l'effetto riscontrato per le società di capitali sia uguale, inferiore o superiore a quello delle imprese non incluse nel nostro campione di riferimento.

In termini più generali rispetto agli effetti prodotti dal Bando ISI 2013, quindi, vale la pena sottolineare che i risultati ottenuti nel presente lavoro debbano essere letti lungo il margine estensivo (“se l'effetto c'è o non c'è”, se è “positivo” o “negativo”) e non anche lungo il margine intensivo (l'entità dell'effetto).

8. Discussione e conclusioni

Nonostante l'esistenza di un legame teorico tra la SSL e la performance economica delle imprese, la letteratura empirica sull'effetto esercitato dagli investimenti in SSL sulla sopravvivenza delle imprese è ancora scarsa. In questo capitolo, valutiamo l'efficacia del programma di aiuti diretti dell'INAIL erogati nel 2013 per sostenere gli investimenti delle imprese (limitatamente alle società di capitali) in macchinari più sicuri. Utilizzando un database microfondato unico, fornito da INAIL e Aida, applichiamo tecniche miste che prevedono il ricorso sia a metodi di sopravvivenza tradizionali (regressione logistica) che metodi controfattuali (come controllo di robustezza) al fine di valutare l'effetto esercitato dall'iniziativa sulla sopravvivenza delle imprese.

Le nostre stime di base mostrano che l'iniziativa valutata genera un impatto sulla capacità di sopravvivenza delle imprese, individuando un effetto negativo statisticamente significativo della politica sul numero di fallimenti delle imprese trattate rispetto a quelle appartenenti al gruppo di controllo. Ciò suggerisce che il Bando ISI 2013, oltre a perseguire una diminuzione del numero di infortuni e malattie professionali, determina un effetto indiretto (di *second round*) positivo di miglioramento delle performance di sopravvivenza e resilienza delle imprese (i.e., rispetto alle sole società di capitali).

Inoltre, i nostri risultati sono confermati dai controlli di robustezza condotti attraverso gli stimatori DIM (con e senza variabili di controllo) e ATE calcolati sia attraverso il Nearest-Neighbour matching sulle covariate che attraverso il PSM. Infine, il

check sull'eterogeneità dell'effetto dell'iniziativa tra i vari sottogruppi non altera i risultati principali ottenuti nelle stime di base.

Questi risultati sono particolarmente rilevanti, soprattutto se si considera che tra i manager c'è una generale mancanza di consapevolezza dell'impatto economico di un ambiente di lavoro sano e sicuro. In particolare, i rischi economici legati alla probabilità di occorrenza infortunistica non sono facili da valutare, a differenza dei costi espliciti della prevenzione degli incidenti (Takala *et al.*, 2014). Tale criticità può condurre ad un potenziale sotto investimento in SSL.

Il principale risultato di questo lavoro è l'ampliamento dei *tools* implementabili nel mix di politiche in materia di SSL: oltre alla regolamentazione e all'applicazione delle norme (bastoni) la scelta di includere anche incentivi diretti (carote), soprattutto nel caso delle PMI, potrebbe incidere positivamente sia sui livelli di SSL e che sulla capacità di resilienza delle imprese.

Infine, questi risultati sottolineano la necessità di diffondere la conoscenza del valore economico della SSL. Infatti, i dirigenti devono essere consapevoli dell'impatto degli investimenti tangibili nella SSL sulle prestazioni aziendali, poiché la produttività e il suo miglioramento attraverso interventi specifici è un elemento chiave dell'attrattiva economica degli investimenti nella SSL (Steel *et al.*, 2018). Per questo motivo, le misure legali e gli incentivi a sostegno delle aziende devono essere integrati da una giustificazione economica per invertire la tendenza ai tagli nella gestione dei rischi e alla chiusura delle aziende a causa di una vita lavorativa scadente e insostenibile (Takala *et al.*, 2014).

9. Bibliografia

- Aaltonen, M. (1996). *A consequence and cost analysis of occupational accidents in the furniture industry*.
- Altman, E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The journal of finance*, 23(4), 589-609.
- Andreoni, D. (1986). *The Cost of Occupational Accidents and Diseases*. Geneva: ILO.
- Angrist, J.D. & Krueger, A.B. (1999). Empirical strategies in labor economics. In *Handbook of labor economics* (Vol. 3). Elsevier, 1277-1366.
- Angrist, J.D. & Pischke, J.S. (2009). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton university press.
- Antonsson, A.B., Birgersdotter, L. & Bornberger-Dankvardt, S. (2002). *Small enterprises in Sweden: Health and safety and the significance of intermediaries in preventive health and safety*.
- Arrow, K.J. (1978). Uncertainty and the welfare economics of medical care. In *Uncertainty in economics*. Academic Press, 345-375.
- Ashford, N.A. (1997). *The importance of taking technological innovation into account in estimating the costs and benefits of worker health and safety regulation*.
- Audretsch, D.B. & Mahmood, T. (1995). New firm survival: new results using a hazard function. *The review of economics and statistics*, 97-103.
- Austin, P.C. & Laupacis, A. (2011). A tutorial on methods to estimating clinically and policy-meaningful measures of treatment effects in prospective observational studies: a review. *The international journal of biostatistics*, 7(1).

- Bărbuță-Mișu, N. & Madaleno, M. (2020). Assessment of bankruptcy risk of large companies: European countries evolution analysis. *Journal of Risk and Financial Management*, 13(3), 58.
- Berk, R.A. & Newton, P.J. (1985). Does arrest really deter wife battery? An effort to replicate the findings of the Minneapolis spouse abuse experiment. *American Sociological Review*, 253-262.
- Boyer, T. & Blazy, R. (2014). Born to be alive? The survival of innovative and non-innovative French micro-start-ups. *Small Business Economics*, 42, 669-683.
- Bryson, A., Dorsett, R. & Purdon, S. (2002). *The use of propensity score matching in the evaluation of active labour market policies*.
- Burdorf, A. (2007). Economic evaluation in occupational health—its goals, challenges, and opportunities. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 161-164.
- Cagno, E., Micheli, G.J., Masi, D. & Jacinto, C. (2013). Economic evaluation of OSH and its way to SMEs: A constructive review. *Safety science*, 53, 134-152.
- Cefis, E. & Marsili, O. (2012). Going, going, gone. Exit forms and the innovative capabilities of firms. *Research Policy*, 41(5), 795-807.
- Cerulli, G. (2015). *Econometric evaluation of socio-economic programs Theory and applications*. Springer.
- Clarke, K.A. (2005). The phantom menace: Omitted variable bias in econometric research. *Conflict management and peace science*, 22(4), 341-352.
- Cochran, W.G. (1957). Analysis of covariance: its nature and uses. *Biometrics*, 13(3), 261-281.
- Cole, R.A. & Sokolyk, T. (2018). Debt financing, survival, and growth of start-up firms. *Journal of Corporate Finance*, 50, 609-625.
- Colombelli, A., Krafft, J. & Quatraro, F. (2013). Properties of knowledge base and firm survival: Evidence from a sample of French manufacturing firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(8), 1469-1483.
- Cox, D.R. (1972). Regression models and life-tables. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 34(2), 187-202.
- Cox, D.R. & Oakes, D. (1984). *Analysis of survival data*. Chapman and Hall, New York.
- D'Agostino Jr, R.B. (1998). Propensity score methods for bias reduction in the comparison of a treatment to a non-randomized control group. *Statistics in medicine*, 17(19), 2265-2281.
- Dean, T.J. & McMullen, J.S. (2007). Toward a theory of sustainable entrepreneurship: Reducing environmental degradation through entrepreneurial action. *Journal of business venturing*, 22(1), 50-76.
- Dehejia, R.H. & Wahba, S. (1999). Causal effects in nonexperimental studies: Reevaluating the evaluation of training programs. *Journal of the American statistical Association*, 94(448), 1053-1062.
- Dorman, P. (2000). *The economics of safety, health, and well-being at work: an overview*. Geneva: ILO.
- Elsler, D., Heyer, A., Kuhl, K., Eeckelaert, L., Chatzigiannoglou, C., Maier, A., ... & Sapir, M. (2011). *How to create economic incentives in occupational safety and health: A practical guide*.
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J.M. & Vázquez-Ordás, C.J. (2009). Relation between occupational safety management and firm performance. *Safety science*, 47(7), 980-991.
- Giovannetti, G., Ricchiuti, G. & Velucchi, M. (2011). Size, innovation and internationalization: a survival analysis of Italian firms. *Applied Economics*, 43(12), 1511-1520.
- Giuffrida, A., Iunes, R.F. & Savedoff, W.D. (2002). Occupational risks in Latin America and the Caribbean: economic and health dimensions. *Health Policy and Planning*, 17(3), 235-246.
- Grimaldi, J.V. & Simonds, R.H. (1975). *Safety Management*. Homewood, IL: Richard D. Irwin.
- Hayek, F.A. (1945). The Use of Knowledge in Society. *The American Economic Review*, 35, 519-530.
- Hasle, P., Limborg, H.J., Kallehave, T., Klitgaard, C. & Andersen, T.R. (2012). The working environment in small firms: Responses from owner-managers. *International Small Business Journal*, 30(6), 622-639.
- Heinrich, H.W. (1941). Industrial Accident Prevention. A Scientific Approach. *Industrial Accident Prevention. A Scientific Approach.*, (Second Edition).
- Holland, P.W. (1986). Statistics and causal inference. *Journal of the American statistical Association*, 81(396), 945-960.

- Hosmer Jr, D.W., Lemeshow, S. & Sturdivant, R.X. (2013). *Applied logistic regression* (Vol. 398). John Wiley & Sons.
- Jackson, E.T. (2013). Interrogating the theory of change: evaluating impact investing where it matters most. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 3(2), 95-110.
- Jaffe, A.B., Newell, R.G. & Stavins, R.N. (2005). A tale of two market failures: Technology and environmental policy. *Ecological economics*, 54(2-3), 164-174.
- Kankaanpää, E. (2010). Economic incentives as a policy tool to promote safety and health at work. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 319-324.
- Kaplan, E.L. & Meier, P. (1958). Nonparametric estimation from incomplete observations. *Journal of the American statistical association*, 53(282), 457-481.
- Karadeniz, P.G. & Ercan, I. (2017). Examining tests for comparing survival curves with right censored data. *Statistics in Transition new series*, 18(2), 311-328.
- King, G., Keohane, R.O. & Verba, S. (2021). *Designing social inquiry: Scientific inference in qualitative research*. Princeton university press.
- Kjellén, U., Boe, K. & Hagen, H.L. (1997). Economic effects of implementing internal control of health, safety and environment: a retrospective case study of an aluminium plant. *Safety Science*, 27(2-3), 99-114.
- Lebeau, M., Duguay, P. & Boucher, A. (2014). Costs of occupational injuries and diseases in Québec. *Journal of safety research*, 50, 89-98.
- Lee, E.T. & Wang, J. (2003). *Statistical methods for survival data analysis* (Vol. 476). John Wiley & Sons.
- Lin, W. (2013). Agnostic notes on regression adjustments to experimental data: Reexamining Freedman's critique. *The Annals of Applied Statistics*, 7(1), 295-318.
- Negi, A. & Wooldridge, J.M. (2021). Revisiting regression adjustment in experiments with heterogeneous treatment effects. *Econometric Reviews*, 40(5), 504-534.
- Ohlson, J.A. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. *Journal of accounting research*, 109-131.
- Ortiz-Villajos, J.M. & Sotoca, S. (2018). Innovation and business survival: A long-term approach. *Research policy*, 47(8), 1418-1436.
- Oxenburgh, M. & Marlow, P. (2005). The Productivity Assessment Tool: Computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace. *Journal of safety research*, 36(3), 209-214.
- Parent-Thirion, A., Vermeulen, G. & Houten, G.V. (2012). Eurofound (2012), *Fifth European Working Conditions Survey*. Publications Office of the European Union, Luxembourg, S, 158.
- Pasternak-Malicka, M., Ostrowska-Dankiewicz, A. & Dankiewicz, R. (2021). Bankruptcy-an assessment of the phenomenon in the small and medium-sized enterprise sector-case of Poland. *Polish Journal of Management Studies*, 24(1).
- Peng, C.Y.J., Lee, K.L. & Ingersoll, G.M. (2002). An introduction to logistic regression analysis and reporting. *The journal of educational research*, 96(1), 3-14.
- Pigou, A.C. (1932). *The Economics of Welfare* (4th ed.). MacMillan and Co., Limited, London.
- Rikhardsson, P.M. & Impgaard, M. (2004). Corporate cost of occupational accidents: an activity-based analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 36(2), 173-182.
- Rognstad, K. (1996). *Economic evaluation of the benefits of increasing safety: A model for measuring the improved performance of a production system when deviations are reduced*.
- Rosenbaum, P.R. & Rubin, D.B. (1983). The central role of the propensity score in observational studies for causal effects. *Biometrika*, 70(1), 41-55.
- Rösch, D. (2003). Correlations and business cycles of credit risk: Evidence from bankruptcies in Germany. *Financial Markets and Portfolio Management*, 17(3), 309-331.
- Rubin, D.B. (1974). Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized studies. *Journal of educational Psychology*, 66(5), 688.
- Shikdar, A.A. & Sawaqed, N.M. (2003). Worker productivity, and occupational health and safety issues in selected industries. *Computers & industrial engineering*, 45(4), 563-572.

- Steel, J., Godderis, L. & Luyten, J. (2018). Productivity estimation in economic evaluations of occupational health and safety interventions: a systematic review. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 44(5), 458-474.
- Takala, J., Hämäläinen, P., Saarela, K.L., Yun, L.Y., Manickam, K., Jin, T.W., ... & Lin, G.S. (2014). Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 11(5), 326-337.
- Tietenberg, T. & Lewis, L. (2018). *Environmental and natural resource economics*. Routledge.
- Tompa, E., Mofidi, A., Van Den Heuvel, S., Van Bree, T., Michaelsen, F., Jung, Y., ... & Van Emmerik, M. (2019). *The value of occupational safety and health and the societal costs of work-related injuries and diseases*.
- Uegaki, K., de Bruijne, M.C., van der Beek, A.J., van Mechelen, W. & van Tulder, M.W. (2011). Economic evaluations of occupational health interventions from a company's perspective: a systematic review of methods to estimate the cost of health-related productivity loss. *Journal of occupational rehabilitation*, 21(1), 90-99.
- Ugur, M. & Vivarelli, M. (2021). Innovation, firm survival and productivity: the state of the art. *Economics of Innovation and New Technology*, 30(5), 433-467.
- Veltri, A., Pagell, M., Behm, M. & Das, A. (2007). A data-based evaluation of the relationship between occupational safety and operating performance. *Journal of SH&E Research*, 4(1), 1-22.
- Viscusi, W.K. (2007). Regulation of health, safety, and environmental risks. *Handbook of law and economics*, 1, 591-645.
- Wagstaff, A., Lindelow, M., Jun, G., Ling, X. & Juncheng, Q. (2009). Extending health insurance to the rural population: an impact evaluation of China's new cooperative medical scheme. *Journal of health economics*, 28(1), 1-19.
- Weiss, C.H. (1997). Theory-based evaluation: past, present, and future. *New directions for evaluation*, 76, 41-55.
- Zmijewski, M.E. (1984). Methodological issues related to the estimation of financial distress prediction models. *Journal of Accounting research*, 59-82.

Capitolo 11

Le politiche di sostegno agli investimenti in SSL influiscono sulla produttività delle imprese?

Angelo Castaldo, Stefano Daddi, Marco Forti, Alessia Marrocco,
Maria Alessandra Antonelli, Anna Rita Germani

1. Introduzione

Il valore economico della salute e sicurezza sul lavoro è sempre più noto agli studiosi e ai ricercatori. La Commissione europea (2021) riconosce che il miglioramento degli standard di sicurezza e salute sul lavoro non sia essenziale solo per proteggere la salute e sicurezza dei lavoratori, ma anche per conseguire miglioramenti sulla produttività del lavoro, sulla competitività e sulle *performance* del sistema economico nel suo complesso. Non è trascurabile, in questa ottica, l'evidenza che gli infortuni e le malattie legate al lavoro causino una perdita annua stimata di circa il 3,3% del PIL nell'UE¹.

Approfondire le ricadute economiche della SSL – sia a livello italiano che europeo – non ci allontana dall'obiettivo normativamente sancito di garantire il diritto dei lavoratori ad espletare le proprie attività in modo sano e sicuro, ma permette di contribuire ad evidenziare un'ulteriore dimensione di analisi per sensibilizzare le istituzioni pubbliche e private verso scelte (*win-win*) di intervento in ambito SSL; scelte che possano essere consapevoli degli effetti generati al contempo sia sul miglioramento dei livelli di SSL che sul miglioramento di *performance* economiche delle imprese.

Se guardiamo la questione dal punto di vista degli operatori economici, esistono degli standard legali minimi che devono essere rispettati, ma al di là di questi, gli investimenti in materia di SSL sono solitamente il frutto di scelte endogene discrezionali compiute da parte di manager e azionisti che, rispondendo alle regole di razionalità economica, vengono stabilite sulla base dei ritorni economici attesi (Steel *et al.*, 2018). Appare evidente, quindi, che i livelli di investimento in SSL raggiungibili sono funzione del grado di consapevolezza (internalizzazione) degli spillover positivi prodotti sui risultati operativi delle imprese. Tuttavia, soprattutto le micro, piccole e medie imprese (PMI), non dispongono di un set completo di informazioni sull'impatto (prospettico) economico degli infortuni e delle malattie professionali sui risultati economici

¹ <https://op.europa.eu/webpub/empl/european-pillar-of-social-rights/downloads/KE0921008ENN.pdf>.

ottenuti (Hasle *et al.*, 2012; Oxenburgh & Marlow, 2005; Antonsson *et al.*, 2002; Kjellén *et al.*, 1997): in altri termini, gli investimenti in materia di SSL sono ancora percepiti prevalentemente come un onere economico e non come una scelta strategicamente razionale e profittevole per l'impresa nel medio-lungo periodo (Aaltonen, 1996; Rognstad, 1996; Grimaldi & Simonds, 1975).

Alla luce dell'asimmetria informativa sul reale valore economico della SSL, l'esigenza di prevedere forme di sostegno pubblico per mitigare il rischio di sotto investimento nella SSL, rispetto al livello sociale ottimale, appare in linea le soluzioni pubblicistiche correttive rispetto a questa tipologia di fallimento di mercato (Tompa *et al.*, 2019; Steel *et al.*, 2018; Takala *et al.*, 2014; Cagno *et al.* 2013; Dorman, 2000); dal punto di vista dei decisori pubblici, quindi, garantire ambienti di lavoro sani e sicuri diviene fondamentale non solo per sostanziare le previsioni costituzionali (artt. 1, 32, 41 e 46 Cost.) ma anche per promuovere una crescita economica sostenibile del nostro Paese².

Dal 2010, l'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL) sostiene gli investimenti delle imprese in materia di SSL attraverso incentivi diretti (tramite l'istituzione di regime di aiuto di Stato in *de minimis*) che coprono il 65% del valore dell'investimento, fino a 130.000 euro³. La presente analisi rispetto a tale importante iniziativa, divenuta strutturale in Italia (2010-2023), intende valutare se gli investimenti in SSL promossi attraverso il Bando ISI INAIL 2013 abbia effettivamente determinato un miglioramento, oltre che dei livelli di SSL (cfr. Capitolo 8), della produttività totale dei fattori delle imprese agevolate. La scelta di valutare il Bando 2013 risiede su due ragioni: dal Bando 2013 l'aiuto massimo concedibile raggiunge la soglia di 130.000 euro che caratterizzerà tutti i successi Bandi; l'ampiezza del periodo di *follow-up* consente di poggiare l'analisi su un periodo congruo per verificare gli eventuali effetti determinati dall'effettiva maturazione degli investimenti effettuati.

Per accedere al Bando ISI INAIL 2013 (così come per i Bandi emanati negli altri anni), in primo luogo, le imprese devono verificare la loro ammissibilità partecipando a una fase preliminare (*self-application*). I criteri di ammissibilità sono strutturati su un punteggio calcolato in base alle caratteristiche del progetto e delle imprese (dimensioni dell'azienda, rischiosità del lavoro svolto/settore di attività, adozione di "buone pratiche", coinvolgimento delle parti sociali). Se il punteggio supera una soglia predefinita, le imprese possono candidarsi al processo di selezione, il *click-day*. Il *click-day* è la procedura di assegnazione al trattamento vero e proprio e funziona come segue: il primo arrivato è il primo servito, ossia le aziende vengono ammesse o meno al trattamento in base ad un mero criterio temporale (dell'ordine dei centesimi di secondo). Dopo l'ammissione al trattamento, le aziende non ricevono immediatamente il contributo, ma devono soddisfare i seguenti requisiti: realizzare l'investimento entro

² The European Pillar of Social Rights Action Plan (2021). Il Piano d'azione definisce iniziative concrete per trasformare il Pilastro europeo dei diritti sociali in realtà. Propone obiettivi principali per l'UE entro il 2030. <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1226&langId=en>.

³ Questi valori si riferiscono ai bandi dal 2013 in poi. Dal 2010 al 2012, il finanziamento è stato concesso per il 50% del valore dell'investimento fino a un massimo di 100.000 euro. Dal 2013 le proporzioni sono rimaste invariate.

12 mesi, soddisfare specifici controlli amministrativi, tecnici, e di rendicontazione. Solo quando l'investimento è completato e tutte le fasi procedurali sono state superate con successo, le imprese possono ottenere l'erogazione del contributo.

La nostra analisi, muovendosi nell'ambito dei metodi quasi-sperimentali, è diretta a verificare se i contributi erogati dall'INAIL nel 2013 per l'acquisto di macchinari più sicuri abbia determinato, in aggiunta agli effetti diretti prodotti sulla frequenza infortunistica (vd. Capitolo 8) un effetto indiretto sull'aumento della produttività delle imprese agevolate. La nostra strategia di identificazione sfrutta le caratteristiche amministrative del processo di selezione dell'iniziativa oggetto di indagine (trattamento), ovvero, il *click-day*: poiché la decisione di trattare o meno un'unità viene presa in base a un criterio temporale dell'ordine dei centesimi di secondo, questa procedura amministrativa garantisce un'assegnazione randomizzata al trattamento.

Per quanto riguarda la misura utilizzata come *outcome* per la produttività il presente lavoro poggia sul concetto di produttività totale dei fattori (TFP). La misura della produttività definita come il mero rapporto tra valore aggiunto e fattore lavoro utilizzato (i.e., la produttività del lavoro), infatti, è un indice di produttività settoriale molto diffuso, ma soffre di diversi limiti: tiene conto di un solo fattore di produzione (il lavoro e non anche il capitale) e non considera l'interdipendenza generale delle imprese, rappresentando implicitamente i singoli settori economici come modelli di produzione verticalmente integrati (Olley & Pakes, 1996). Da qui deriva, visti i limiti, la scelta di optare per la stima dell'indice di Produttività Totale dei Fattori (TFP). La TFP, più in dettaglio, è la quota di produzione non spiegata dalla quantità di *input* utilizzati nella produzione, funzione dalla "qualità" dell'uso dei fattori lavoro e capitale (Olley & Pakes, 1996; Levinsohn & Petrin, 2003; Wooldridge, 2009). La sua misurazione è cruciale per spiegare fenomeni come le fluttuazioni economiche e le differenze di reddito pro capite tra i Paesi, poiché in grado di incidere sulla crescita economica a lungo termine ed, inoltre, consente di poter fornire una misurazione completa della produttività a livello settoriale (Comin, 2010).

Per valutare attraverso il metodo del *difference-in-differences* (DID e M-DID) l'effetto prodotto dal Bando ISI 2013, la strategia di identificazione parte dall'impiego del metodo di Levinsohn e Petrin – LP (2003) per stimare la variabile di *outcome*, TFP, delle unità appartenenti ai nostri campioni di imprese agevolate (trattate) e gruppo di controllo (non trattate). Successivamente, applichiamo il DID sulla TFP. Inizialmente, stimiamo il DID senza controllare per alcuna variabile e poi, per tenere conto di un potenziale *bias* da variabili omesse, aggiustiamo il modello per le covariate che sono sufficientemente predittive dell'*outcome* di nostro interesse. Ancora, poiché dopo l'assegnazione casuale al trattamento, durante il procedimento amministrativo, alcune imprese ammesse tramite il *click-day* non raggiungono la fine del trattamento (le cosiddette imprese *drop-out*), è possibile che emerga una possibile distorsione (*attrition bias*) nel processo di selezione sulla base di caratteristiche osservabili e non osservabili delle imprese trattate. Al fine di controllare per questa possibile fonte di distorsione, implementiamo una strategia (Matching diff-in-diff, M-DID) che prevede il ricorso al metodo di matching esatto basato sulla distanza di Mahalanobis, antecedente alla stima del DID. Anche in questo contesto, stimiamo il DID senza e con

le variabili controllo. Per verificare la robustezza dei nostri risultati, stimiamo la TFP in modo alternativo, ricorrendo al metodo di Wooldridge – WRDG (2009). Anche in questo caso, procediamo alla stima DID dopo aver abbinato le unità tramite un *matching* esatto utilizzando la distanza di Mahalanobis (M-DID). Questa procedura, come nei precedenti casi, viene eseguita senza controllare per alcuna variabile e poi aggiungendo alcune variabili osservabili esplicative di controllo. Come ulteriore verifica, testiamo la bontà della procedura di *matching* eseguendo le stime DID, senza e con controlli, dopo aver applicato alle unità un *matching* alternativo, ovvero il Propensity Score Matching (PSM).

La nostra analisi da conto, limitatamente al campione delle sole società di capitali partecipanti (beneficiarie e non), della presenza di un effetto positivo sulla TFP esercitato dal Bando ISI 2013 per i progetti in SSL che prevedono l'acquisto di nuovi macchinari e/o le sostituzioni o attrezzature di lavoro in servizio antecedentemente al 1996. Dal punto di vista del *policy maker*, incentivi diretti al sostegno di progetti di investimento in SSL potrebbero consentire sia il miglioramento della *compliance* agli standard normativamente fissati nel quadro regolamentare di interesse, sia innalzare il livello di competitività di modello di crescita più sostenibile.

Il capitolo è organizzato come segue: il paragrafo 2 passa in rassegna la letteratura sulla SSL e la *performance* delle imprese. Il paragrafo 3 descrive i dati utilizzati per stimare l'effetto della politica. Il paragrafo 4 presenta le strategie empiriche e di identificazione. Il paragrafo 5 riporta i risultati di stima e il paragrafo 6 mostra la verifica della robustezza. Il paragrafo 7, infine, espone le principali conclusioni.

2. La Salute e Sicurezza sul lavoro e le *performance* delle imprese

La relazione tra la SSL e le *performance* delle imprese non è del tutto immediata. Questo perché le politiche pubbliche e imprenditoriali in materia di SSL sono orientate a migliorare le condizioni di lavoro e a diminuire il tasso di incidenza degli infortuni e delle malattie professionali, e raramente vengono discussi e analizzati gli ulteriori effetti indiretti che esse producono.

Infatti, gli infortuni e le malattie professionali hanno un impatto sulla salute dei lavoratori e, di conseguenza, sulla loro attività all'interno del processo produttivo e ciò potrebbe determinare ulteriori *spillover* sulla *performance* economica delle imprese. Alla luce di tale *link* causale, "l'economia della SSL" è emersa in letteratura come area di indagine parallela e complementare a quella che indaga le determinanti degli eventi infortunistici: un ampio filone, infatti, si concentra sull'identificazione e la stima dei costi indotti dagli infortuni e dalle malattie professionali (Steel *et al.*, 2018; Lebeau *et al.*, 2014; Takala *et al.*, 2014; Hämäläinen *et al.*, 2009; Hämäläinen *et al.*, 2007; Hämäläinen *et al.*, 2006; Rikhardsson & Impgaard, 2004).

Dal punto di vista del datore di lavoro, Uegaki *et al.* (2007) distinguono tre casi che identificano tre tipi di conseguenze degli infortuni e delle malattie dei lavoratori sulle prestazioni delle imprese: i) il presenzialismo lavorativo, in cui il lavoratore, pur non

essendo completamente guarito, è al lavoro nella sua funzione originaria, e quindi svolge la mansione in modo meno efficace a causa del problema di salute (Steel *et al.*, 2018); ii) l'assenteismo a breve termine, in cui, di solito, il lavoratore infortunato non viene sostituito, ma che si traduce in una perdita di lavoro causata dall'assenza dal lavoro come conseguenza del problema di salute determinato; e (iii) l'assenteismo a lungo termine, che è sovente accompagnato da una sostituzione temporanea dei lavoratori affetti da problemi di salute, che comporta costi di *turnover* – in particolare la ricerca, l'assunzione e la formazione dei sostituti – ed effetti di spillover sui colleghi, meccanismi che in termini complessivi riducono la produttività complessiva.

Di conseguenza, trascurare la salute e sicurezza sul lavoro può essere costoso e gli effetti che negativi che ne derivano hanno un impatto economico sulle aziende, attraverso sia un aumento dei costi che in termini di una diminuzione della produttività dei dipendenti.

Un altro aspetto rilevante in termini di produttività è l'impatto sulla dimensione motivazionale dei dipendenti. Percepire l'interesse e l'impegno del datore di lavoro nel garantire un luogo di lavoro sano e sicuro (Esler, *et al.*, 2010; Fernández-Muñoz *et al.*, 2009) può incidere positivamente sulla produttività (Uegaki *et al.*, 2007).

Nel complesso, l'evento infortunistico o la malattia professionale si traducono in una perdita di una parte dei profitti e della produttività che si sarebbero potenzialmente ottenuti, ipotizzando uno scenario ottimale di produzione a piena capacità (Shikdar & Sawaqed, 2003).

Oxenburgh e Marlow (2005) elencano le molteplici voci che costituiscono i costi "nascosti" (non internalizzati) legati alla prevenzione e agli infortuni/malattie professionali: costi straordinari, costi da sovraccarico di lavoro (personale extra), costi di formazione aggiuntiva, costi di supervisione, costi di *turnover* dei dipendenti (manodopera), costi di rilavorazioni. Oltre a queste voci di costo, ve ne sono altre che sono significative e che dovrebbero essere prese in considerazione: costi di garanzia, di manutenzione, costi connessi ai danni sui prodotti e sulle attrezzature, costi legati ai tempi di fermo delle attrezzature (a causa di incidenti).

Andreoni (1986) sviluppa un'ulteriore classificazione dei costi distinguendo tra costi fissi e variabili: da un lato, i costi fissi sono quelli che si verificano anche in assenza di infortuni sul lavoro in ogni periodo e consistono essenzialmente in costi strutturali di prevenzione. Dall'altro lato, i costi variabili dipendono dal livello di SSL, perché sono proporzionali al verificarsi degli infortuni sul lavoro e alla loro frequenza e gravità. I datori di lavoro di solito riconoscono pienamente i costi fissi pagati per la prevenzione (Kjellén *et al.*, 1997) e li percepiscono come un onere economico, mentre tengono limitatamente conto dei costi variabili (potenziali o attesi) che potrebbero essere evitati con livelli più elevati e attenzione alla SSL. Entrambi questi aspetti portano ad una sottostima del valore economico della SSL e, quindi, ad un potenziale sotto investimento per tale finalità.

Per comprendere il legame tra la SSL e gli effetti economici sulle imprese, è necessario considerare, inoltre, anche l'aspetto tecnologico: in una prospettiva generale, studi precedenti confermano che il miglioramento dei livelli di SSL passa anche attraverso l'accrescimento dell'*endowment* tecnologico degli asset delle imprese che a sua volta incide positivamente sulle prestazioni economiche delle imprese (Veltri *et al.*,

2007; Kjellén *et al.*, 1997). In particolare, questo filone di letteratura mette in luce l'effetto *win-win* tra investimenti innovativi in SSL e produttività delle imprese (Ugur & Vivarelli, 2021; Ortiz-Villajos & Sotoca, 2018; Colombelli *et al.*, 2013; Cefis & Marsili 2012; Giovannetti *et al.*, 2011).

Gli effetti prodotti dall'innalzamento delle dotazioni tecnologiche delle imprese rappresenta un tema particolarmente rilevante per il presente studio. Infatti, l'esercizio di valutazione condotto sul Bando ISI 2013 si concentra sui progetti di investimento presentati per l'acquisto di asset strumentali più sicuri: sia i progetti che prevedono l'acquisizione di nuovi macchinari – un'operazione precedentemente manuale viene resa meccanica – sia la sostituzione di macchinari più vecchi e obsoleti con altri più nuovi e tecnologicamente avanzati.

In questo contesto, il presente lavoro mira a verificare, in ottica valutativa, se gli interventi di sostegno diretto agli investimenti in SSL sono in grado di determinare oltre che il miglioramento dei livelli di SSL (cfr. Capitolo 5) anche un effetto positivo sulla produttività delle imprese. Al meglio delle nostre conoscenze, non sono presenti in letteratura studi volti a valutare l'impatto generato da politiche pubbliche selettive di incentivazione diretta in ambito SSL. Pertanto, il nostro studio è orientato a fornire delle prime indicazioni su tale quesito di ricerca poggiando sulla seguente ipotesi di ricerca:

Hp. 1: il Bando INAIL ISI 2013, incentivando gli investimenti tangibili in materia di SSL, determina al contempo un effetto indiretto positivo sulla produttività delle imprese.

3. I dati

Il *set* di dati utilizzato in questo capitolo è stato ottenuto da tre diversi flussi di informazioni: il database ISI, fornito dall'INAIL, che raccoglie tutte le informazioni amministrative (ragione sociale, sede, codice fiscale dell'azienda, valore del progetto, importo concesso, ecc.) delle imprese partecipanti ai Bandi ISI nell'arco temporale 2010-2018. Da questo dataset sono state estrapolate le imprese non ammesse e trattate dalla politica nell'anno oggetto di valutazione (2013) e le relative informazioni utili ai fini dell'analisi. Il secondo dataset utilizzato è "Flussi Informativi", fornito dall'INAIL, che contiene, nello stesso arco temporale, informazioni assicurative specifiche delle imprese (settore, dimensione aziendale, tariffa media nazionale, ecc.). La terza fonte di dati è Aida (Analisi Informatizzata delle Aziende) del Bureau van Dijk, che contiene informazioni finanziarie, anagrafiche e commerciali delle società di capitali che operano in Italia, e raccoglie le principali voci di bilancio e altre caratteristiche quali-quantitative delle imprese (la data di costituzione, il numero di dipendenti, la localizzazione geografica, ecc.) utili al nostro obiettivo di analisi.

L'anno di riferimento per il nostro esercizio di valutazione è il 2013. Tale scelta dipende dal fatto che la procedura amministrativa dal suddetto anno ha assunto delle caratteristiche che sono rimaste inalterate negli anni successivi ed, inoltre, questo l'iniziativa 2013 permette di avere un adeguato arco temporale per verificare la maturazione degli effetti potenziali indotti dall'investimento. Il Bando ISI 2023 ha finanziato circa 307 milioni di euro e l'entità della sovvenzione è stata pari al 65% del valore del

progetto ammissibile, con un massimale erogabile (limite) di 130.000 euro. Il *click-day* ha ammesso 4.211 aziende e ne ha respinte 18.770, con un tasso di rifiuto dell'82%.

Il *dataset* è stato ottenuto integrando (con un *match* del tipo 1:1) le informazioni delle tre fonti amministrative. In particolare, la popolazione iniziale di riferimento comprende tutte le imprese partecipanti al Bando ISI 2013 (22.981 imprese). Per le finalità del nostro studio, sono stati eseguiti successivamente una serie di filtri per "adeguare" la popolazione al *sample* obiettivo di questa ricerca (tra cui il più importante è la limitazione del campione alle sole società di capitali, escludendo pertanto tutte le società di persone). In particolare, sono state escluse tutte le aziende che hanno presentato progetti per "l'Adozione di modelli organizzativi e di responsabilità sociale". Questa scelta è strettamente legata all'obiettivo del nostro esercizio empirico, ossia valutare l'effetto della politica dell'INAIL relativo ai soli progetti di investimento in *asset* fisici. Il numero delle imprese risultanti da questa operazione si riduce a 21.015, di cui 3.802 imprese eleggibili e 17.213 imprese non trattate. Successivamente sono state rimosse tutte le aziende che sono riuscite a superare il *click-day*, ma che non hanno completato l'investimento ammesso (imprese *drop-out*), rimanendo quindi con un gruppo di 19.170 imprese, di cui 1.957 imprese trattate e 17.213 imprese non trattate. Infine, il merge con le imprese appartenenti alla categoria delle società di capitali presenti nel *dataset* Aida e l'esclusione di imprese partecipanti che abbiano ottenuto il trattamento in un'altra annualità, ha ridotto la dimensione del gruppo a 7.782 imprese, di cui 1.087 imprese trattate e 6.695 imprese non trattate.

In Tabella 1 e 2 vengono esposte le principali statistiche descrittive distinte per i due gruppi⁴.

Tabella 1. – Statistiche descrittive relative alle variabili utilizzate nell'analisi per le unità trattate

Variabili	Media PRE	Dev.st. PRE	Media POST	Dev.st. POST
Capitale sociale	143,49	431,49	172,24	586,36
ROA	5,44	6,93	5,93	7,19
Costi produzione	3.154,14	4.428,48	3.955,93	6.180,68
ROS	4,67	6,32	5,54	6,80
Debiti vs Banche	19,57	21,97	20,88	20,78

Tabella 2. – Statistiche descrittive relative alle variabili utilizzate nell'analisi per le unità non trattate

Variabili	PRE – MATCH				POST – MATCH			
	Media PRE	Dev.st. PRE	Media POST	Dev.st. POST	Media PRE	Dev.st. PRE	Media POST	Dev.st. POST
Capitale Sociale	169,47	916,10	184,44	980,28	164,87	592,37	174,40	611,23
ROA	5,28	8,46	5,59	8,02	5,17	8,31	5,77	8,03
Costi produzione	2.873,43	5.216,06	3.562,09	7.694,73	3.242,59	5.344,12	3.909,51	7.175,68
ROS	4,69	7,25	5,46	7,40	4,55	7,25	5,54	7,46
Debiti vs Banche	19,27	21,75	20,15	21,21	20,24	21,89	20,97	21,45

⁴ Le statistiche descrittive relative ai gruppi post-matching sono inserite nell'Appendice A.

Per stimare la TFP a livello di impresa, variabile dipendente della nostra analisi, è stato utilizzato, nelle stime di *baseline*, l'approccio semi-parametrico proposto da Levinsohn e Petrin (2003). In particolare, utilizzando una funzione Cobb-Douglas, e sotto l'ipotesi che i parametri della funzione non varino da impresa a impresa (se non all'interno dello stesso settore Ateco a due digit), la produttività è stata stimata utilizzando la seguente specificazione espressa in forma logaritmica:

$$\ln(y_{it}) = \beta_0 + \beta_k \ln(k_{it}) + (\beta_l + \beta_k + \beta_m - 1) \ln(l_{it}) + \beta_m \ln(m_{it}) + \epsilon_{it} \quad (1)$$

con $i = 1, \dots, N$ e $t = 2011, \dots, 2019$

dove, β_0 misura il livello di efficienza media tra le imprese e nel tempo, y_{it} il valore aggiunto dell'impresa i -esima espresso in euro al tempo t , k_{it} l'*input* di capitale fisico rappresentato dalle immobilizzazioni materiali (in euro) dell'impresa i -esima al tempo t ⁵, l_{it} il lavoro svolto espressa nell'unità di misura *full time equivalent* dell'impresa i -esima al tempo t , m_{it} gli *input* intermedi, e ϵ_{it} il termine d'errore che può essere decomposto in due parti:

$$\epsilon_{it} = \omega_{it} + \eta_{it} \quad (2)$$

dove il termine ω_{it} è la componente osservabile e, invece, $\beta_0 + \omega_{it}$ la produttività dell'impresa i al tempo t . Infine, η_{it} rappresenta la componente non osservabile, che tiene conto non solo dell'errore di misurazione, ma anche di *shock* non osservabili dall'impresa e, quindi, non correlati con gli *input*.

Utilizzando il metodo Levinsohn e Petrin⁶, è possibile stimare la TFP come segue:

$$\widehat{tfp}_{it} = \widehat{\beta}_0 + \widehat{\omega}_{it} = \ln(y_{it}) - \widehat{\beta}_k \ln(k_{it}) - \widehat{\gamma} \ln(l_{it}) - \widehat{\beta}_m \ln(m_{it}) \quad (3)$$

con $\gamma = \beta_l + \beta_k + \beta_m - 1$.

È possibile ottenere il livello di produttività dei fattori produttivi attraverso la seguente formula:

$$\widehat{TFP}_{it} = \exp^{\widehat{tfp}_{it}} \quad (4)$$

La componente ω_{it} rappresenta una variabile di stato conosciuta dall'impresa nel momento in cui decide la quantità dei fattori da utilizzare. Ciò, tuttavia, determina un problema di simultaneità che Levinsohn e Petrin (2003) risolvono individuando una variabile che dipende dalle variazioni della TFP osservate dalle imprese.

Il metodo di stima LP utilizza, quindi, gli *input* intermedi come *proxy* della produttività non osservata. Nella nostra analisi, la variabile *proxy* è il costo delle materie prime espresse in euro. Se si considera il lavoro e i beni intermedi come *input* aggiustabili liberamente, e il capitale una variabile di stato, la domanda dell'*input* intermedio m_{it} dipende dalle variabili di stato dell'impresa ω_{it} e k_{it} , vale a dire:

$$m_{it} = f(\omega_{it}, k_{it}) \quad (5)$$

⁵ Il capitale k evolve secondo la funzione della politica di investimento, che viene decisa al tempo $t - 1$.

⁶ Attraverso una procedura di stima a due stadi, si allevia la distorsione delle stime ottenute con il metodo dei minimi quadrati. Infatti, con il metodo LP si risolve il problema della simultaneità tra shock di produttività e la quantità di input di lavoro utilizzato.

Utilizzando la condizione di monotonicità, si ipotizza che l'*input* intermedio sia strettamente crescente in ω_{it} e, affinché si possa esprimere la produttività non osservata in funzione di variabili osservabili, occorre che la funzione sia invertibile. Di conseguenza, si ha che:

$$tfp_{it} = s_t(k_{it}, m_{it}) \tag{6}$$

dove $s_t(\cdot) = m_t^{-1}(\cdot)$

L'equazione (1) diventa pertanto:

$$\ln(y_{it}) = \beta_0 + \beta_k \ln(k_{it}) + \gamma \ln(l_{it}) + \beta_m \ln(m_{it}) + s_t(k_{it}, m_{it}) + \eta_{it} \tag{7}$$

Nella Tabella 3 è possibile osservare le stime delle TFP a seguito dell'applicazione del metodo LP:

Tabella 3. – Stima della TFP attraverso il modello LP

Variabili	Secondo stage			Primo stage
	Stima	Errore standard	Pr(> t)	Stima
LOG_DIP_FTE	0,954	0,019	***	0,954
LOG_IMM_MAT	0,074	0,017	***	0,04
Osservazioni	63.036			
n. imprese	7.782			

Al fine di verificare la robustezza dei risultati dell'analisi di base (cfr. paragrafo 4), verrà utilizzata una metodologia di stima della TFP differente dal metodo LP, e verrà implementato l'algoritmo di stima proposto da Wooldridge (2009), il quale propone di affrontare la procedura di stima in due fasi della LP impostando un GMM come in Wooldridge (1996). Nella Tabella 4 sono riportati i risultati della stima della TFP attraverso il modello WRDG:

Tabella 4. – Stima della TFP attraverso il modello WRDG

Variabili	Stima	Errore standard	Pr(> t)
LOG_DIP_FTE	0,935	0,005	***
LOG_IMM_MAT	0,07	0,008	***
Osservazioni	29.435		
n. imprese	5.877		

Come risulta evidente dalla comparazione della Tabella 1 e della Tabella 2, la stima dei coefficienti, risulta estremamente simile e significativi all'1%.

Per comprendere meglio gli andamenti nelle macroaree geografiche – ed intercettare in tal modo una certa sistematicità comune – nella Tabella 5 vengono riportati i dati relativi alla TFP per macroarea geografica e per anno.

Tabella 5. – Medie della TFP per macroarea geografica e anno (2011-2019)

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nord-ovest	24.421,12	23.688,65	23.260,02	23.696,78	23.756,54	23.939,74	24.595,03	24.859,75	24.643,41
Nord-est	24.421,82	22.481,42	22.928,01	23.791,16	24.665,56	24.406,87	25.002,20	25.753,12	26.426,29
Centro	22.518,81	21.508,61	23.155,74	23.054,64	22.111,24	23.452,33	24.120,75	23.559,31	24.007,56
Sud	22.166,58	21.973,51	23.062,09	23.141,06	22.586,02	25.928,61	21.836,74	20.055,65	20.557,70
Isole	20.770,43	21.115,62	20.831,40	27.432,61	28.188,63	26.284,02	19.469,36	19.969,95	19.884,34

La Tabella 5 evidenzia una tendenza crescente della TFP nelle macroaree del Nord e del Centro. L'andamento, al contrario, è più erratico al Sud e nelle Isole. Per potere analizzare al meglio l'efficacia del trattamento della politica ISI, è utile iniziare, seppure in maniera molto aggregata, a confrontare le serie storiche delle medie della TFP tra il gruppo delle imprese trattate e delle non trattate. La Tabella 6 riporta i dati per anno e per tipologia di impresa (trattate e gruppo di controllo).

Tabella 6. – Serie storiche delle medie della TFP dei gruppi delle imprese trattate e non trattate dal 2011 al 2019

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Non trattate	22.898,44	22.268,38	22.676,00	23.579,43	23.595,73	24.471,49	23.229,56	23.250,73	23.484,46
Trattate	25.871,38	23.726,74	24.418,08	24.672,74	24.712,10	25.044,37	25.382,18	24.131,04	24.428,09

4. Strategia di identificazione

Come premesso, l'esercizio di valutazione condotto ha l'obiettivo di verificare se il Bando ISI 2013, oltre a determinare una diminuzione del tasso infortunistico (cfr. Capitolo 8), ha determinato degli *spillover* positivi sulla produttività delle imprese.

Per poter calcolare la stima dell'effetto del Bando ISI 2013 è necessario confrontare la variabile di *outcome* (variazione di TFP) nel caso di "trattamento" (la politica ISI) in un periodo successivo all'implementazione del progetto finanziato, con l'*outcome* che si sarebbe ottenuto in assenza di trattamento.

Per poter formalizzare il problema in analisi, si può utilizzare la notazione di Abadie (2005), il quale definisce il potenziale risultato del trattamento (T) per l'unità i al tempo t (pre vs post) come $Y^T(i, t)$, con $t = [0, 1]$ ed $T = [0, 1]$. Nello specifico, possiamo definire come $Y^0(i, 1)$ il risultato che si sarebbe osservato per l'unità i al tempo $t = 1$ ("post") se non avesse ricevuto il trattamento, mentre $Y^1(i, 1)$ il risultato che si sarebbe osservato per l'unità i al tempo $t = 1$ se avesse ricevuto il trattamento. Poiché al tempo $t = 0$ non è stato ancora applicato alcun trattamento, si assume che $Y^0(i, 0) = Y^1(i, 0)$, ossia che il "risultato" pre-trattamento di un'unità non è influenzato dalla successiva esposizione al trattamento⁷. L'obiettivo di un qualsiasi esercizio di valutazione di impatto è quello di confrontare post trattamento l'*outcome* che si sarebbe ottenuto in caso di esposizione e l'*outcome* che si sarebbe ottenuto in caso non esposizione, che nella notazione appena esposta corrisponde a $Y^1(1) - Y^0(1)$. In aggiunta, si assume che l'interesse sia nella stima dell'effetto medio del trattamento, ossia, $\Delta = E[Y^1(1) - Y^0(1)]$.

Tuttavia, in un siffatto *framework*, esiste "il problema fondamentale dell'inferenza causale" (Holland, 1986): è possibile osservare solo uno dei due risultati potenziali per ciascuna unità statistica. Nel nostro caso specifico, per l'impresa trattata dalla politica ISI non è disponibile il dato al tempo di $t = 1$ in caso di non trattamento, e per l'impresa

⁷ Da ora in poi, per semplicità, si tralascia l'argomento "i".

non trattata al tempo $t = 1$ non è disponibile il dato per la stessa impresa in caso di trattamento. In sintesi, l'impresa è o trattata o non trattata, e sono disponibili solamente le osservazioni $Y^0(i, 0)$ per le unità con $T = 0$, e $Y^1(i, 1)$ per le unità con $T = 1$.

Tuttavia, la procedura amministrativa di ammissione al trattamento, il *click-day*, basandosi su un criterio temporale, consente di ipotizzare, nella prima fase dell'analisi di valutazione, un campionamento casuale dei gruppi di imprese "ammesse al trattamento" e "non trattate". In particolare, l'ordine cronologico di ricezione delle domande è ipotizzato essere, nella prima fase dell'esercizio valutativo, frutto del caso e indipendente da eventuali caratteristiche delle aziende partecipanti, e che i due gruppi a confronto non differiscano sistematicamente sia per le caratteristiche osservabili che per quelle non osservabili.

Tale contesto, ci permette di confrontare l'*outcome* osservato della TFP delle imprese trattate post-trattamento con l'*outcome* osservato della TFP delle imprese non trattate.

La valutazione d'impatto è stata effettuata attraverso il metodo "*Difference-in-Differences*" (DID), il quale richiede la disponibilità di almeno due osservazioni in due istanti temporali differenti per ogni impresa trattata e per ogni impresa nel gruppo di controllo. La disponibilità di dati longitudinali micro-fondati del nostro *dataset* finale (cfr. paragrafo 3) ha permesso l'utilizzo del metodo DID per stimare l'impatto della politica di incentivazione ISI. Per il nostro obiettivo valutativo definiamo come periodo pre-trattamento le annualità dal 2011 al 2013. Viene considerato, invece, come periodo post-trattamento le annualità che vanno dal 2016 al 2019, alla luce del fatto che il *click-day* relativo al Bando ISI 2013 è stato effettuato il 29 maggio del 2014 e che i progetti, devono essere completati entro dodici mesi dall'approvazione tecnico-amministrativa, e al fine di misurare appieno l'efficacia del contributo ottenuto e di poter cogliere i suoi effetti che ragionevolmente si manifestano solo dopo un certo periodo.

Nel nostro caso specifico, il modello DID stima l'effetto del trattamento confrontando la variazione della TFP osservato nelle aziende prima e dopo il trattamento, rispetto al valore ipotetico atteso che si sarebbe osservato se il trattamento non avesse avuto luogo, rappresentato dall'*outcome* pre e post trattamento delle imprese non trattate. Si assume una variazione dell'*outcome* parallela a quella del gruppo di controllo per il gruppo delle imprese trattate nel caso non fossero state trattate (ipotesi di *trend* parallelo). Lo stimatore DID fornisce, una stima non distorta dell'impatto della politica, nel caso in cui le fonti di distorsione siano dovuti ad *eterogeneità non osservata* costante nel tempo.

Il metodo DID può essere illustrato utilizzando una tabella 2x2 (Tabella 7). La stima DID può essere definita come la variazione della differenza tra gruppi nel tempo, oppure come il cambiamento nel tempo della differenza tra gruppi.

Tabella 7. – Metodo DID in formule

	Gruppo trattate	Gruppo di controllo	Differenza
PRE	$\bar{y}^1(0)$	$\bar{y}^0(0)$	$\bar{y}^1(0) - \bar{y}^0(0)$
POST	$\bar{y}^1(1)$	$\bar{y}^0(1)$	$\bar{y}^1(1) - \bar{y}^0(1)$
Δ	$\bar{y}^1(1) - \bar{y}^1(0)$	$\bar{y}^0(1) - \bar{y}^0(0)$	$\Delta = (\bar{y}^1(1) - \bar{y}^1(0)) - (\bar{y}^0(1) - \bar{y}^0(0))$ $= (\bar{y}^1(1) - \bar{y}^0(1)) - (\bar{y}^1(0) - \bar{y}^0(0))$

Per ottenere errori standard e livelli di significatività per la stima della DID, viene solitamente adattato un modello parametrico ad un *set* di dati in cui ciascuna osservazione riflette un'unità in un particolare momento temporale. Il modello nella forma generale è:

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 T_i + \beta_2 P_t + \beta_3 E_i P_t + u_{it} \quad (8)$$

dove Y_{it} è il valore del risultato osservato per l'unità i al tempo t , T_i è la variabile indicatrice dell'unità i -esima che indica se fa parte del gruppo "Esposto" (sarà 1 se è trattata, 0 altrimenti), P_t è la variabile indicatrice per periodo di tempo (sarà 0 nel caso pre, 1 se è post), e β_3 è lo stimatore DID. La stima puntuale di β_3 da questo modello è equivalente ad un approccio non parametrico che prende la differenza nelle variazioni nel tempo tra i due gruppi ($\hat{\Delta}$ della Tabella 7).

Nella sua forma base, il modello DID si basa sul presupposto che in assenza della politica di interesse, il gruppo dei trattati e il gruppo di controllo avrebbero avuto gli stessi *trend* nel tempo. In altre parole, il gruppo di confronto funge da valido riflesso degli andamenti nel tempo che il gruppo di trattamento avrebbe sperimentato se non fosse stato esposto al programma di interesse. Utilizzando la notazione precedente, questa ipotesi può essere espressa come:

$$E[Y^0(1) - Y^0(0)|T = 1] = E[Y^0(1) - Y^0(0)|T = 0] \quad (9)$$

Quindi, in linea con quanto esposto precedentemente, $Y^0(0)$ è il valore pretrattamento della variabile risultato. Di conseguenza, tale variabile corrisponde ad un valore osservabile per tutte le unità, sia per quelli nel gruppo di trattamento sia per quelli nel gruppo di controllo ($T = 0$ ed $T = 1$). Un ulteriore valore osservabile corrisponde alla variabile $Y^0(1)$ per il gruppo di controllo. Al contrario, $Y^0(1)$ rappresenta un controfattuale non osservato per gli individui nel gruppo di trattamento ($T = 1$). Per questo, l'uguaglianza rappresentata dall'equazione (9) non è verificabile. Tuttavia, l'ipotesi può essere resa più ragionevole attraverso un'attenta selezione del gruppo di confronto e un adeguato inserimento di covariate nel modello di base.

Il nostro esercizio di valutazione prevede il confronto della stima del DID calcolata attraverso un modello di regressione DID semplice senza covariate (specificazione del modello *naïve*) rispetto ad un modello di regressione multiplo (specificazione del modello *completo*) a cui aggiungiamo delle variabili di controllo, ossia i cosiddetti *confounding factors*⁸. Le variabili di controllo da noi utilizzate sono: il capitale sociale, l'indice ROA, i costi di produzione, l'indice ROS, la percentuale dei debiti verso le banche sul fatturato, la dimensione aziendale espressa in classi di addetti (fino a 10 addetti, tra 11 e 50 addetti, tra 51 e 250 addetti, più di 250 addetti), il "tipo" d'impresa secondo la classificazione Ateco 2007, e la Provincia.

Il modello semplice (*naïve*) per la stima del DID per l'*outcome* TFP⁹, espresso in

⁸ Queste sono le variabili che influiscono sia sulla selezione, sia sulla variabile risultato. Se ignorate distorcono la stima dell'effetto.

⁹ Per calcolare tutti i modelli DID sono stati effettuati due filtri sul *dataset* che garantissero un sottinsieme più omogeneo di imprese allo scopo di migliorare la confrontabilità tra i due macro-periodi (pre e post trattamento): i) sono stati eliminati i valori anomali della TFP, in particolare non sono stati conside-

funzione del trattamento (*treat*) e dello stato pre/post (*post*), è il seguente:

$$TFP_{it} = \alpha + \beta_1 post_t + \beta_2 treat_i + \beta_3 post_treat_{it} + u_{it} \quad (10)$$

Il modello DID che include anche le covariate¹⁰ (completo) può essere espresso dalla formula che segue:

$$TFP_{it} = \alpha + \beta_1 post_t + \beta_2 treat_i + \beta_3 post_treat_{it} + \beta_4 X + u_{it} \quad (11)$$

dove *post* è uguale a uno nel periodo post trattamento e zero nel periodo pretrattamento; *treat* è uguale a uno per le imprese trattate e zero per le non trattate, *post_treat* = *post* × *treat*, β_3 è la stima DID, e $u_{it} \sim N(0, 1)$.

Nella seconda fase del nostro esercizio di valutazione dell’impatto sulla TFP dell’iniziativa ISI 2013, abbiamo tenuto conto di una possibile distorsione nella stima dell’effetto causale attraverso il metodo DID, dovuta al fatto che mentre per il gruppo di controllo, tutte le imprese non trattate sono state escluse per il criterio temporale determinato dal *click-day*, per il gruppo di trattamento sono state incluse le sole aziende che hanno ricevuto il finanziamento tra quelle che hanno superato il *click-day* (e non anche le *drop-out*). Questo può comportare il rischio che la differenza nei risultati tra questi due gruppi osservata nella prima fase della valutazione potrebbe dipendere non dall’effetto del trattamento di per sé, ma da caratteristiche che hanno influenzato il fatto di aver ricevuto o meno un determinato trattamento (*attrition bias*). Una possibile soluzione a questo inconveniente è quello di abbinare le unità trattate e non trattate messe a confronto, cercando di “imitare” la randomizzazione, creando un gruppo di trattamento che sia comparabile (in termini di tutte le covariate osservabili) con un gruppo di unità che non hanno ricevuto il trattamento (Shaikh *et al.*, 2009). Quindi, per minimizzare un potenziale rischio da *attrition bias*, vengono applicate tecniche di formazione del gruppo di controllo, come ad esempio il Mahalanobis Distance Matching (MDM) e il Propensity Score Matching (PSM). La distanza di Mahalanobis può essere espressa dalla formula che segue:

$$d_{ij} = (x_i^T - x_j^C)' cov(x_i^T, x_j^C)^{-1} (x_i^T - x_j^C) \quad (12)$$

dove x_i^T è il vettore dei valori delle variabili di *matching* per l’unità *i*-esima nel gruppo dei trattati, x_j^C è il vettore dei valori delle variabili di *matching* per l’unità *j*-esima nel gruppo di controllo, $cov(x_i^T, x_j^C)$ è la covarianza tra x_i^T e x_j^C .

Dopo l’esecuzione dell’MDM, ciascuna impresa trattata sarà “accoppiata” con l’impresa non trattata (senza ripetizione) in base alla distanza d_{ij} ¹¹ minore. Su questi

rati quei valori della TFP esterni all’intervallo $\mu_{TFP} \pm 2\sigma_{TFP}$, dove μ è la media e σ è la deviazione standard (in totale 262 valori su un totale di 63036 valori – imprese x anno; ii) sono state eliminate le imprese che non avevano almeno un valore prima e un valore dopo il trattamento per la TFP, al fine di garantire l’analisi su un panel bilanciato.

Il *dataset* così filtrato contiene 3398 imprese (per un totale di 28495 valori: imprese x anno), di cui 551 imprese con Trattamento = 1 e 2847 imprese con Trattamento = 0.

¹⁰ In appendice è possibile visionare la tabella delle statistiche descrittive, divise per gruppo, pre e post trattamento, delle covariate del modello con stima LP.

¹¹ Con la matrice delle distanze D che è di ordine (n, m) , dove n sono il numero di imprese trattate ed m il numero di imprese non trattate.

gruppi vengono calcolati i modelli M-DID (Matching Diff-in-Diff, naïve e completo).

Per testare la nostra metodologia di base (specificazione del modello naïve vengono inoltre condotti due test di robustezza: i) della consistenza dei risultati ottenuti utilizzando una procedura di stima alternativa della TFP, ossia quella Wooldridge¹²; ii) la robustezza della costruzione del gruppo di controllo attraverso una diversa metodologia di matching rispetto al matching esatto basato sulla distanza di Mahalanobis, ovvero, mediante il ricorso al Propensity Score Matching (PSM)¹³, mantenendo inalterate le variabili di matching, e calcolando gli stessi modelli M-DID previsti nella *baseline estimation* (naïve e completo).

5. Risultati delle stime

Come esposto nella sezione relativa alla strategia di identificazione, in primo luogo stimiamo i modelli di regressione utilizzando come variabile dipendente la TFP stimata con il metodo LP, sia con una specificazione “naïve” del modello (senza variabili di controllo), sia con specificazione del modello completa (con l’inclusione del *set* di covariate di controllo). Nella Tabella 8 vengono presentati i risultati di stima dei due modelli:

Tabella 8. – Risultati dei modelli di regressione pre-matching con TFP stimata con tecnica LP

	LP-DID (naïve)	LP-DID (completo)
(Intercept)	21.396,5 *** (113,8)	28.860 *** (893,9)
post	562,5 *** (149,9)	264,6 ** (133,8)
Trattamento	501,2 * (280,6)	-228,3 (234,7)
Termine di interazione	658,2 * (369,8)	662,9 ** (322,1)
Variabili di bilancio	NO	YES
Province FE	NO	YES
Dimensione FE	NO	YES
Settore FE	NO	YES
Osservazioni	21.956	16.196
n. imprese	3.398	3,250
R² multiplo	0,002	0,373
R² aggiustato	0,002	0,367
Statistica F	16,76 ***	70,68 ***

Significatività statistica: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

¹² Si veda paragrafo 3.

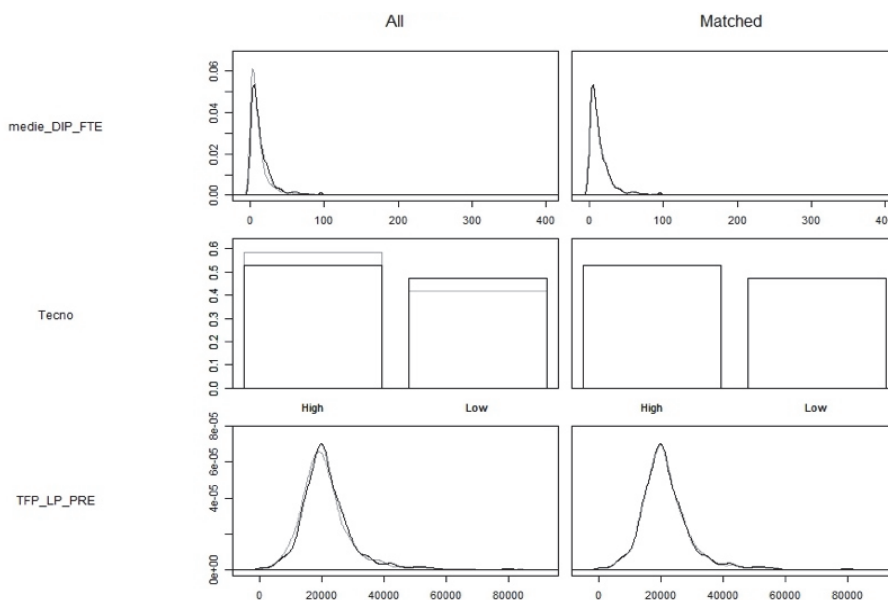
¹³ Il PSM viene utilizzato per “bilanciare” i due gruppi (di controllo e dei trattati) su una serie di caratteristiche di base, questo per rendere i gruppi i più simili possibile rispetto a quelle caratteristiche di base osservate. Il risultato è un dataset abbinato che è composto da almeno un partecipante nel gruppo di trattamento e uno nel gruppo di controllo con probabilità di ricevere il trattamento in funzione di alcune covariate simili (Lunceford & Davidian, 2004).

Anche se entrambi i modelli presentano una elevata significatività statistica, il secondo modello mostra una migliore adattabilità ai dati ($\bar{R}^2 = 0,37$ vs $\bar{R}^2 = 0,002$) dovuto all’inserimento di ulteriori variabili che attenuano una potenziale distorsione dovuta al mancato (omesso) inserimento di variabili con capacità esplicativa¹⁴.

In Tabella 8, il termine di interazione *post – treat*, ossia la stima dell’effetto del Bando ISI 2013, risulta significativo e con una magnitudo simile in entrambi i modelli, il che evidenzia che (rispetto alle società di capitali partecipanti) l’impatto della politica sulla TFP è stato positivo.

Per individuare un gruppo di controllo che minimizzi il rischio da *attrition bias*, come esposto in precedenza, implementiamo in aggiunta una metodologia di matching per “abbinare” le nostre unità, in particolare un *matching* esatto basato sulla distanza di Mahalanobis, utilizzando come variabili di *matching*: i) le medie TFP ante finanziamento; ii) le medie dei dipendenti *full time equivalent* prima del finanziamento; iii) il livello tecnologico dell’impresa (High, Low). Nella Figura 1 sono rappresentate le densità delle variabili su cui è stato basato l’“abbinamento” pre e post *matching*.

Figura 1. – Densità dei risultati di matching Mahalanobis delle imprese la cui stima TFP è stata effettuata con approccio LP



Dalla Figura 1 si evince che i *matching* eseguiti sono molto aderenti rispetto alle tre variabili considerate, elemento che contribuisce a rinforzare la qualità di costruzione del gruppo di controllo.

¹⁴ La differenza in termini di numerosità tra il primo e il secondo modello è dovuta all’assenza di dati per le variabili di controllo inserite.

Successivamente, i modelli di regressione, sia naïve che completo, vengono stimati dopo la procedura di *matching* (M-DID). La Tabella 9 riporta i risultati.

Tabella 9. – Risultati dei modelli di regressione (M-DID) basati sulla distanza di Mahalanobis

	LP- MDM – DID (naïve)	LP – MDM – DID (completo)
(Intercept)	21.903,63 *** (243,78)	23.040 *** (2.164)
post	281,60 (322.76)	-50,96 (266.7)
Trattamento	-5,86 (344,87)	116,2 (275)
Termine di interazione	939,03 ** (455,62)	970,4 *** (372,3)
Variabili di bilancio	NO	YES
Province FE	NO	YES
Dimensione FE	NO	YES
Settore FE	NO	YES
Osservazioni	7.175	5.415
n. imprese	1.102	1.062
R² multiplo	0,002	0,460
R² aggiustato	0,002	0,447
Statistica F	6,94 ***	36,34 ***

Significatività statistica: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

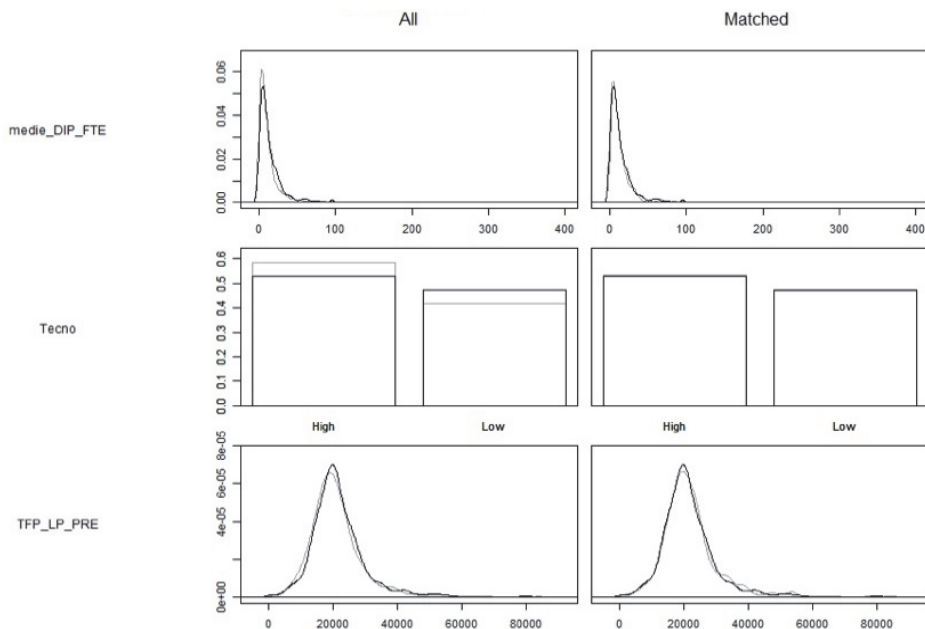
Dal confronto tra la Tabella 7 (stima pre-*matching*, DID) e la Tabella 9 (stima post-*matching*, M-DID) risulta evidente l'aumento dell'adattabilità del modello ai dati; inoltre, il termine di interazione (significativo) presenta una magnitudine superiore.

6. Analisi di robustezza

Per garantire la robustezza dei risultati del modello LP-Mahalanobis-DID (M-DID) completo, si testano sia la correttezza nella costruzione del gruppo di controllo attraverso una diversa metodologia di *matching* (Propensity Score Matching – PSM), che l'aderenza delle stime della TFP utilizzando una procedura di stima alternativa (Woolridge).

L'analisi parte con il testare la stima DID confrontando i risultati del modello "completo" utilizzando il PSM come tecnica di formazione del gruppo di controllo. La Figura 2 evidenzia la leggera discrepanza nella prima e nell'ultima variabile utilizzate per il *matching*.

Figura 2. – Densità dei risultati di matching PSM delle imprese la cui stima TFP è stata effettuata con approccio LP



Nella Tabella 10 vengono messi a confronto i modelli di regressione completi ottenuti con le due tecniche di matching alternative (PSM vs. MDM). È possibile osservare che i due modelli hanno una simile adattabilità ai dati, e il segno del termine di interazione (significativo per entrambi i modelli) nel modello “PSM” risulta essere relativamente più elevato.

Tabella 10. – Confronto tra modelli: LP-PSM-DID vs LP-MDM-DID

	LP-PSM-DID (completo)	LP – MDM -DID (completo)
(Intercept)	34.320 *** (1.723)	23.040 *** (2.164)
post	-616,2 ** (286,3)	-50,96 (266,7)
Trattamento	-985,1 *** (294,5)	116,2 (275)
Termine di interazione	1.458 *** (396,5)	970,4 *** (372,3)
Variabili di bilancio	YES	YES
Province FE	YES	YES
Dimensione FE	YES	YES
Settore FE	YES	YES
Osservazioni	5356	5415
n. imprese	1053	1062
R² multiplo	0,456	0,460
R² aggiustato	0,443	0,447
Statistica F	34,3 ***	36,34 ***

Significatività statistica: * p < 0,10; ** p < 0,05; *** p < 0,01

Come ulteriore analisi di robustezza, la validità delle stime di base vengono testate, confrontando tutti i risultati ottenuti precedentemente (stima DID *pre-matching* – formazione gruppo di controllo – stima DID *post-matching*) utilizzando una tecnica alternativa di stima della TFP (Wooldridge, 2009). La Tabella 11 presenta i nuovi risultati ottenuti. Dall’analisi emerge una differenza di magnitudo dei coefficienti stimati che evidenziano, in questo set analitico, un rafforzamento dell’effetto generato dall’iniziativa. Questo risultato potrebbe essere motivato dal diverso processo di autoselezione delle unità statistiche di osservazione determinato dal ricorso alla metodologia di stima della TFP tramite la tecnica WRDG. In termini generali, indipendentemente dalla diversa magnitudine del coefficiente di interazione, permane piena concordanza sul segno e sulla significatività del termine di interazione.

Tabella 11. – Confronto dei risultati dei modelli di regressione *pre-matching* con TFP stimata con tecnica WRDG e LP

	WRDG-DID (completo)	LP-DID (completo)
(Intercept)	35.150 *** (2.047)	28.860 *** (893,9)
post	-201,4 (322,2)	264,6 ** (133,8)
Trattamento	-158,9 (622,3)	-228,3 (234,7)
Termine di interazione	1.688 ** (783,7)	662,9 ** (322,1)
Variabili di bilancio	YES	YES
Province FE	YES	YES
Dimensione FE	YES	YES
Settore FE	YES	YES
Osservazioni	4.400	16.196
n. imprese	881	3.250
R² multiplo	0,408	0,373
R² aggiustato	0,390	0,367
Statistica F	22,65 ***	70,68 ***

Significatività statistica: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

Anche per le stime TFP con il metodo di WRDG, vengono implementate le procedure di *matching* eseguite nei modelli precedenti (Mahalanobis e PSM). La Figura 3 e la Figura 4 mostrano le densità delle variabili utilizzate per l’“abbinamento” delle unità trattate e di controllo *pre* e *post-matching*.

Figura 3. – Densità dei risultati di matching Mahalanobis delle imprese la cui stima TFP è stata effettuata con approccio WRDG

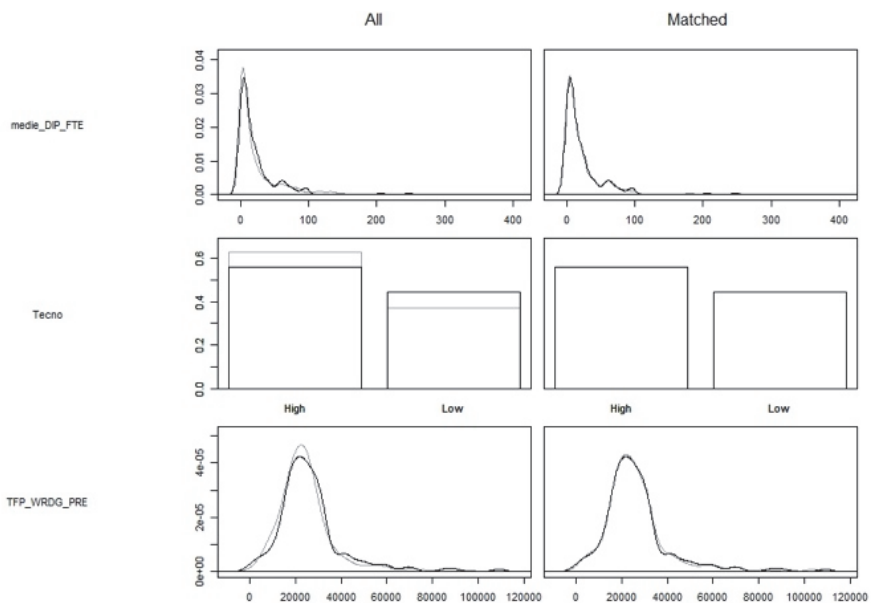
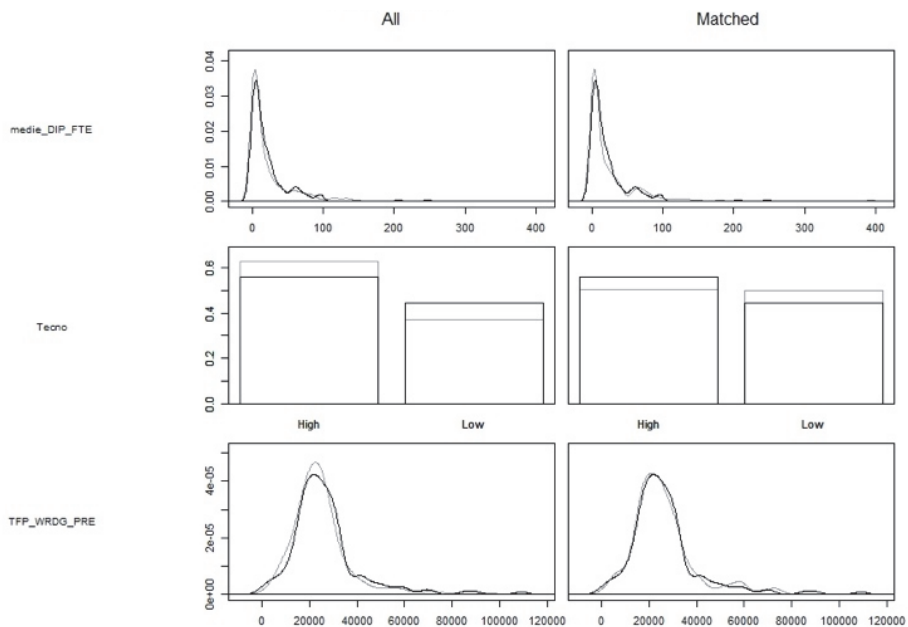


Figura 4. – Densità dei risultati di matching PSM delle imprese la cui stima TFP è stata effettuata con approccio WRDG



Dal confronto delle Figure 3 e 5 (matching Mahalanobis, la cui stima TFP è stata effettuata con approccio alternativo LP e WRDG), e 4 e 6 (Propensity Score Matching, la cui stima TFP è stata effettuata con approccio rispettivamente LP e WRDG) è possibile notare (in maniera ancor più evidente rispetto al caso precedente) quanto le densità delle variabili di *matching* risultino essere più aderenti nel caso del Mahalanobis piuttosto che nel PSM.

Nella Tabella 12 è possibile confrontare i 4 modelli completi. Ciò che emerge è che i modelli del tipo “WRDG” hanno una migliore adattabilità ai dati ma sono basati su circa un quarto delle osservazioni rientranti nei modelli di tipo “PSM”. Le stime dei coefficienti che risultano essere significativi hanno tutti lo stesso segno, anche con riguardo al termine di interazione.

Tabella 12. – Confronto modelli M-DID: con stime LP e WRDG della TFP e tecniche di matching MDM e PSM

	WRDG-PSM-DID (completo)	WRDG-MDM-DID (completo)	LP-PSM-DID (completo)	LP-MDM-DID (completo)
(Intercept)	63.890 *** (5480)	78.240 *** (4924)	34.320 *** (1723)	23.040 *** (2164)
post	-1.267 * (680,4)	-1.041 * (632,3)	-616,2 ** (286,3)	-50,96 (266,7)
Trattamento	-1.352 * (811,9)	-1.328 * (759,0)	-985,1 *** (294,5)	116,2 (275)
Termine di interazione	2.647 *** (951,2)	2.220 ** (882,1)	1.458 *** (396,5)	970,4 *** (372,3)
Variabili di bilancio	YES	YES	YES	YES
Province FE	YES	YES	YES	YES
Dimensione FE	YES	YES	YES	YES
Settore FE	YES	YES	YES	YES
Osservazioni	1.455	1.451	5.356	5.415
N° imprese	282	282	1.053	1.062
R ² multiplo	0,559	0,612	0,456	0,460
R ² aggiustato	0,525	0,582	0,443	0,447
Statistica F	16,44***	20,03***	34,3 ***	36,34 ***

Significatività statistica: * $p < 0,10$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$

7. Conclusioni

Nonostante sia sempre più largamente accettata l’esistenza di un legame teorico tra la SSL e la *performance* economica delle imprese, non esiste ancora una letteratura empirica sull’effetto esercitato dagli investimenti in SSL sulla produttività. In questo capitolo abbiamo valutato l’efficacia della politica di finanziamenti diretti a fondo perduto dell’INAIL per sostenere gli investimenti in macchinari più sicuri. Utilizzando un *database* microfondato ottenuto dal *matching* dei dati forniti da INAIL e fruibili da Aida, abbiamo implementato multiple stime per stimare l’effetto sulla produttività delle imprese esercitato dal Bando ISI del 2013, con esclusivo riferimento al sotto campione delle società di capitali.

La politica di sovvenzione diretta della SSL valutata in questo capitolo ha evidenziato un effetto positivo e significativo sulla TFP per le imprese beneficiarie del contributo erogato dall'iniziativa 2013. Le stime di base, che prevedono il ricorso al metodo di Levinsohn e Petrin (2003) per stimare la produttività delle unità appartenenti ai nostri campioni di imprese trattate e non trattate, mostrano un Difference-in-Differences (DID) positivo sulla TFP tra le imprese trattate e di controllo, evidenziando nel periodo post-trattamento che le imprese beneficiarie dei contributi INAIL registrano un differenziale di TFP positivo rispetto alle imprese non trattate. Tali risultati sono confermati in entrambe le specificazioni dei modelli utilizzati (naïve e completo) e presentano una elevata significatività statistica.

L'effetto positivo sulla TFP delle imprese beneficiarie del finanziamento per investimenti in macchinari più sicuri è confermato anche attraverso il ricorso al M-DID utilizzando la procedura di matching esatto basato sulla distanza di Mahalanobis. Anche in questo contesto, il M-DID è stato stimato sulla base di due diverse specificazioni del modello (senza e con le variabili controllo).

Per verificare la robustezza dei nostri risultati si è ricorso sia al M-DID dopo l'applicazione di un matching alternativo, basato sul Propensity Score (PSM), sia stimando diversamente la TFP seguendo Wooldridge (2009). Anche in questo caso, le stime DID e M-DID confermano l'effetto positivo generato sulla produttività dal Bando ISI 2013, limitatamente alle sole società di capitali ed ai progetti di investimento in macchinari e/o di sostituzione di attrezzature di lavoro messe in servizio antecedentemente al 1996.

8. Bibliografia

- Aaltonen, M. (1996). *A consequence and cost analysis of occupational accidents in the furniture industry*.
- Andreoni, D. (1986). *The Cost of Occupational Accidents and Diseases*. Geneva: ILO.
- Antonsson, A.B., Birgersdotter, L. & Bornberger-Dankvardt, S. (2002). *Small enterprises in Sweden: Health and safety and the significance of intermediaries in preventive health and safety*.
- Ashford, N.A. (1976). Regulating Occupational Health and Safety: The Real Issues. *Challenge*, 19(5), 39-42.
- Cagno, E., Micheli, G.J., Masi, D. & Jacinto, C. (2013). Economic evaluation of OSH and its way to SMEs: A constructive review. *Safety science*, 53, 134-152.
- Caponecchia, C. (2010). It Won't Happen to Me: An Investigation of Optimism Bias in Occupational Health and Safety. *Journal of Applied Social Psychology*, 40(3), 601-617. <https://doi.org/10.1111/j.1559-1816.2010.00589.x>.
- Cefis, E. & Marsili, O. (2012). Going, going, gone. Exit forms and the innovative capabilities of firms. *Research Policy*, 41(5), 795-807.
- CNCPT (2017). *Rapporto CNCPT 2017 sulla sicurezza in edilizia, ottobre 2017*. https://olympus.uniurb.it/index.php?option=com_content&view=article&id=17666:cncpt2017&catid=82&Itemid=142.
- Colombelli, A., Krafft, J. & Quatraro, F. (2013). Properties of knowledge base and firm survival: Evidence from a sample of French manufacturing firms. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(8), 1469-1483.
- Crichton, S., Stillman, S. & Hyslop, D. (2011). Returning to Work from Injury: Longitudinal Evidence on Employment and Earnings. *ILR Review*, 64(4), 765-785. <https://doi.org/10.1177/001979391106400407>.

- Culyer, A. (2008). What is a little more health and safety worth? In *Economic Evaluation of Interventions for Occupational Health and Safety: Developing Good Practice*, 15-35.
- Dalton, H. (2013). *Principles of public finance*. Routledge. First published in 1922.
- Deleire, T. & Levy, H. (2004). Worker Sorting and the Risk of Death on the Job. *Journal of Labor Economics*, 22(4), 925-953. <https://doi.org/10.1086/423159>.
- Dembe, A.E. (2001). The social consequences of occupational injuries and illnesses. *American Journal of Industrial Medicine*, 40(4), 403-417. <https://doi.org/10.1002/ajim.1113>.
- Dorman, P. (2000). *The economics of safety, health, and well-being at work: an overview*. Geneva: ILO.
- Elsler, D., Heyer, A., Kuhl, K., Eeckelaert, L., Chatzigiannoglou, C., Maier, A., ... & Sapir, M. (2011). *How to create economic incentives in occupational safety and health: A practical guide*.
- Fernández-Muñiz, B., Montes-Peón, J.M. & Vázquez-Ordás, C.J. (2009). Relation between occupational safety management and firm performance. *Safety science*, 47(7), 980-991.
- Giovannetti, G., Ricchiuti, G. & Velucchi, M. (2011). Size, innovation and internationalization: a survival analysis of Italian firms. *Applied Economics*, 43(12), 1511-1520.
- Giuffrida, A., Iunes, R.F., Savedoff, W.D. (2002). Occupational risks in Latin America and the Caribbean: economic and health dimensions. *Health Policy and Planning*, 17(3), 235-246.
- Grazier, S. & Sloane, P.J. (2008). Accident risk, gender, family status and occupational choice in the UK. *Labour Economics*, 15(5), 938-957. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2007.07.007>.
- Grimaldi, J.V. & Simonds, R.H. (1975). *Safety Management*. Homewood, IL: Richard D. Irwin.
- Hämäläinen, P., Takala, J. & Saarela, K.L. (2006). Global estimates of occupational accidents. *Safety science*, 44(2), 137-156.
- Hämäläinen, P., Takala, J. & Saarela, K.L. (2007). Global estimates of fatal work-related diseases. *American journal of industrial medicine*, 50(1), 28-41.
- Hämäläinen, P., Saarela, K.L. & Takala, J. (2009). Global trend according to estimated number of occupational accidents and fatal work-related diseases at region and country level. *Journal of safety research*, 40(2), 125-139.
- Hasle, P., Limborg, H.J., Kallehave, T., Klitgaard, C. & Andersen, T.R. (2012). The working environment in small firms: Responses from owner-managers. *International Small Business Journal*, 30(6), 622-639.
- Health and Safety Executive. (2008). *An empirical analysis of the effect of health on aggregate income and individual labourmarket outcomes in the UK* (No. RR639). <https://www.hse.gov.uk/research/rrhtm/rr639.htm>.
- Kjellén, U., Boe, K. & Hagen, H.L. (1997). Economic effects of implementing internal control of health, safety and environment: a retrospective case study of an aluminium plant. *Safety Science*, 27(2-3), 99-114.
- Lebeau, M., Duguay, P. & Boucher, A. (2014). Costs of occupational injuries and diseases in Québec. *Journal of safety research*, 50, 89-98.
- Levinsohn, J. & Petrin, A. (2003). Estimating production functions using inputs to control for unobservables. *Review of Economic Studies*, 70(2), 317-341. <https://doi.org/10.1111/1467-937X.00246>.
- Olley, G.S. & Pakes, A. (1996). The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. *Econometrica*, 64(6), 1263-1297.
- Ortiz-Villajos, J.M. & Sotoca, S. (2018). Innovation and business survival: A long-term approach. *Research policy*, 47(8), 1418-1436.
- Oxenburgh, M. & Marlow, P. (2005). The Productivity Assessment Tool: Computer-based cost benefit analysis model for the economic assessment of occupational health and safety interventions in the workplace. *Journal of safety research*, 36(3), 209-214.
- Philipsen, N.J. & Faure, M.G. (2020). The Role of Private Insurance in Governing Work-Related Risks: A Law and Economics Perspective. *Zeitschrift Für Sozialreform*, 66(3), 285-316. <https://doi.org/10.1515/zsr-2020-0013>.

- Pouliakas, K. & Theodossiou, I. (2013). The Economics of Health and Safety at Work: An Interdisciplinary Review of the Theory and Policy. *Journal of Economic Surveys*, 27(1), 167-208. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6419.2011.00699.x>.
- Pransky, G.S., Benjamin, K.L. & Savageau, J.A. (2005). Early retirement due to occupational injury: Who is at risk? *American Journal of Industrial Medicine*, 47(4), 285-295. <https://doi.org/10.1002/ajim.20149>.
- Rikhardsson, P.M. & Impgaard, M. (2004). Corporate cost of occupational accidents: an activity-based analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 36(2), 173-182.
- Rognstad, K. (1996). *Economic evaluation of the benefits of increasing safety: A model for measuring the improved performance of a production system when deviations are reduced*.
- Ruser, J. & Butler, R. (2010). The Economics of Occupational Safety and Health. *Foundations and Trends(R) in Microeconomics*, 5(5), 301-354.
- Shikdar, A.A. & Sawaqed, N.M. (2003). Worker productivity, and occupational health and safety issues in selected industries. *Computers & industrial engineering*, 45(4), 563-572.
- Steel, J., Godderis, L. & Luyten, J. (2018). Productivity estimation in economic evaluations of occupational health and safety interventions: a systematic review. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 44(5), 458-474.
- Takala, J., Hämäläinen, P., Saarela, K.L., Yun, L.Y., Manickam, K., Jin, T.W., ... & Lin, G.S. (2014). Global estimates of the burden of injury and illness at work in 2012. *Journal of occupational and environmental hygiene*, 11(5), 326-337.
- Tompa, E., Culyer, A. J., & Dolinschi, R. (Eds.). (2008). *Economic Evaluation of Interventions for Occupational Health and Safety: Developing Good Practice*. Oxford University Press.
- Tompa, E., Mofidi, A., Van Den Heuvel, S., Van Bree, T., Michaelsen, F., Jung, Y., ... & Van Emmerik, M. (2019). *The value of occupational safety and health and the societal costs of work-related injuries and diseases*.
- Uegaki, K., de Bruijne, M.C., van der Beek, A.J., van Mechelen, W. & van Tulder, M.W. (2011). Economic evaluations of occupational health interventions from a company's perspective: a systematic review of methods to estimate the cost of health-related productivity loss. *Journal of occupational rehabilitation*, 21(1), 90-99.
- Ugur, M. & Vivarelli, M. (2021). Innovation, firm survival and productivity: the state of the art. *Economics of Innovation and New Technology*, 30(5), 433-467.
- Veltri, A., Pagell, M., Behm, M. & Das, A. (2007). A data-based evaluation of the relationship between occupational safety and operating performance. *Journal of SH&E Research*, 4(1), 1-22.
- Weinstein, N. (1989). Optimistic biases about personal risks. *Science*. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.2686031>.
- Weinstein, N.D. (1980). Unrealistic optimism about future life events. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(5), 806-820. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.39.5.806>.
- Wooldridge, J.M. (2009). On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. *Economics Letters, Elsevier*, 104(3), 112-114.

Appendice A

Tabella 13. – Statistiche descrittive delle variabili di controllo dei modelli completi con stima LP del gruppo delle “trattate” prima e dopo la procedura di matching MDM

Variabili	Media PRE	Dev.st. PRE	Media POST	Dev.st. POST
Capitale sociale	143,49	431,49	172,24	586,36
ROA	5,44	6,93	5,93	7,19
Costi produzione	3.154,14	4.428,48	3.955,93	6.180,68
ROS	4,67	6,32	5,54	6,80
Debiti vs Banche	19,57	21,97	20,88	20,78

Tabella 14. – Statistiche descrittive delle variabili di controllo dei modelli completi con stima LP del gruppo di controllo prima e dopo la procedura di matching MDM

Variabili	PRE – MATCH				POST – MATCH			
	Media PRE	Dev. St. PRE	Media POST	Dev. St. POST	Media PRE	Dev. St. PRE	Media POST	Dev. St. POST
Capitale sociale	169,47	916,10	184,44	980,28	164,87	592,37	174,40	611,23
ROA	5,28	8,46	5,59	8,02	5,17	8,31	5,77	8,03
Costi produzione	2.873,43	5.216,06	3.562,09	7.694,73	3.242,59	5.344,12	3.909,51	7.175,68
ROS	4,69	7,25	5,46	7,40	4,55	7,25	5,54	7,46
Debiti vs Banche	19,27	21,75	20,15	21,21	20,24	21,89	20,97	21,45

Capitolo 12

Progettare le banche dati per disegnare buone politiche

Alessandro Marinaccio, Elena Ragazzi

1. Introduzione

Quasi ogni capitolo di questo volume ha argomentato come le scelte del disegno siano state dettate anche dai vincoli sulle fonti informative disponibili. Questo richiamo costante segnala come il tema dei dati sia trasversale alle analisi valutative e non solo. Per questo motivo desideriamo, anche come un modo di tirare le fila del lavoro valutativo sull'efficacia degli incentivi agli investimenti in prevenzione, discutere come *la disponibilità non semplicemente di dati, ma anche di dati che dialoghino, sia requisito necessario per un'analisi che, a sua volta, deve dare risposte a chi prende decisioni sulle normative e sugli interventi pubblici, ma anche sulle strategie d'impresa.*

Parlare di qualità delle fonti, di affidabilità dei dati, di fruibilità delle banche dati, è spesso percepito dalla controparte istituzionale e operativa come un vezzo da ricercatori, i quali, per perseguire le risposte alle loro curiosità scientifiche avanzerebbero pretese di raccolta di informazioni sempre più avanzate. Pretese che ricadono con oneri e adempimenti sulle amministrazioni e sulle imprese. Pur essendo coscienti che la raccolta e la gestione dei dati richieda costi, diretti e indiretti, in questo capitolo desideriamo mostrare come la disponibilità, la qualità e l'interoperabilità delle banche dati siano essenziali proprio per fare in modo che la ricerca non dia solo risposte a domande *curiosity driven*, ma sia posta nella possibilità di fornire evidenze in grado di orientare utilmente l'azione di istituzioni e imprese.

Lo facciamo allargando lo sguardo dall'esperienza specifica del progetto VIP-Moving fino ad includere altri progetti di ricerca che INAIL ha portato avanti, in autonomia e in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche e con altri partner, e che hanno affrontato grandi sfide relative alla salute e sicurezza sui luoghi di lavoro (SSL). Una ricerca orientata all'obiettivo di accompagnare in un'ottica di sostenibilità le epocali trasformazioni che i sistemi sociali stanno affrontando non può che adottare un approccio di ricerca olistico e interdisciplinare, che a sua volta si basa su alcuni elementi essenziali (Stock & Burton 2011), che includono l'abbattimento e la ricostruzione delle epistemologie disciplinari, e l'integrazione delle fonti per farsi carico della multidimensionalità dei fenomeni indagati (Rota *et al.*, 2023).

2. L'interoperabilità delle banche dati per l'analisi epidemiologica

La disponibilità di sistemi di produzione di informazioni solide per la programmazione delle politiche (sanitarie e non) è un tema centrale nell'ottica dello sviluppo di misure di intervento *evidence-based*. In tema di SSL, questa riflessione di carattere generale assume particolare rilevanza e impone di considerare preliminarmente quale sia l'attuale configurazione delle basi dati disponibili e su quali percorsi di sviluppo sia maggiormente utile focalizzare le azioni per il rafforzamento del sistema.

Il D.lgs. n. 81/2008 ha indicato nel Sistema Nazionale per la Prevenzione (SINP) lo strumento cardine per l'interoperabilità, l'uniformità e la fruibilità dell'insieme dei sistemi informativi attinenti ai temi della salute e sicurezza del lavoro. La stessa norma, in piena continuità con il D.lgs. n. 626/1994, riconosce come principio di riferimento la necessità di monitorare allo stesso tempo i fattori di rischio presenti nei luoghi di lavoro e gli effetti sulla salute in modo da consentire analisi integrate della distribuzione territoriale, temporale e tipologica delle esposizioni a *noxae* nei luoghi di lavoro e degli effetti sulla salute, anche in termini di valutazione degli interventi per la mitigazione dei fattori di rischio.

Nella pratica operativa il *dataset* di informazioni per la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro maggiormente utilizzato dalle autorità di sanità pubblica, dagli operatori della prevenzione, dalla comunità scientifica dei ricercatori attivi su questi temi e dall'intero panorama dei soggetti coinvolti è *l'archivio dei casi di infortunio e di malattia professionale* (denunciati ed eventualmente riconosciuti dall'Istituto assicuratore). Si tratta di una base di dati di straordinaria rilevanza, di respiro nazionale e contenente informazioni molto dettagliate e preziose sulla dimensione epidemiologica degli eventi infortunistici e delle tecnopatie e sulla loro distribuzione per area territoriale, modalità di accadimento, caratteristiche delle aziende coinvolte, settore occupazionale, e una serie di ulteriori variabili correlate. In questa sede si vogliono evidenziare alcuni aspetti di potenziale sviluppo e rafforzamento delle prospettive di analisi integrata dei dati disponibili. L'archivio dei casi denunciati e riconosciuti di infortunio e malattia professionale è il prodotto delle attività correnti di analisi e di eventuale riconoscimento del nesso causale fra l'attività lavorativa e il danno per la salute subito dal lavoratore.

La possibilità che tale archivio si configuri come di un dataset del tutto fruibile per le analisi epidemiologiche e di ricerca scientifica è connessa ad una serie di condizioni di utilizzo. In primo luogo, la platea degli assicurati deve essere riconosciuta con puntualità rispetto alle forze lavoro. È necessario quindi disporre della valutazione quantitativa delle categorie occupazionali che non usufruiscono del sistema di assicurazione pubblico garantito dall'INAIL e della loro distribuzione temporale (vale a dire di come il grado di copertura del sistema INAIL si sia modificato nel tempo). In secondo luogo, è necessario che il quadro degli infortunati e dei tecnopatici sia sempre riferibile alla dimensione epidemiologica dei lavoratori a cui complessivamente si fa riferimento. Vale a dire che gli occupati per settore, o gli addetti, oppure le forze lavoro devono

essere integralmente disponibili in modo di consentire analisi di andamento temporale e spaziale che siano comparabili. Come è ampiamente noto, infatti, ogni analisi epidemiologica di *trend* o territoriale o per settore di attività non può essere efficace se unicamente basata sui valori assoluti dei soggetti ammalati o infortunati. Su questo punto il ricorso alle banche dati di Istat e di Inps che consentono l'analisi degli universi di riferimento che costituiscono i "denominatori" degli indicatori di analisi, è essenziale e l'INAIL è da tempo impegnata in questo strategico filone di attività. È auspicabile che l'analisi integrata dei dataset di INAIL, Inps e Istat consenta di analizzare i fenomeni infortunistici e ancor di più delle malattie professionali con riferimento alla totalità dei soggetti esposti al rischio, senza la cui valutazione anche la mera verifica di una riduzione nel tempo dei fenomeni sanitari risulta poco efficace.

Sempre con riferimento a questo specifico e decisivo tema, il D.lgs. n. 81/2008 ha previsto all'art. 40 la implementazione di uno specifico flusso di dati relativo ai dati sanitari e di rischio dei lavoratori sottoposti a sorveglianza sanitaria. Si tratta di un flusso informativo particolarmente utile per l'analisi della distribuzione dei lavoratori esposti alla totalità dei fattori di rischio presenti nei luoghi di lavoro. È auspicabile che si sviluppino attività integrate di analisi dei documenti inviati dalle regioni in termini di completezza, affidabilità e comparabilità. Anche su quest'ultimo versante di azione, è necessario implementare attività sistematiche di analisi integrata con le altre banche dati già disponibili presso l'INAIL. In particolare, è di straordinario interesse l'analisi congiunta dei dati che traggono origine dall'art. 40 del D.lgs. n. 81/2008 e, come primo campo di interesse, i dati relativi alla registrazione dei lavoratori esposti ad agenti cancerogeni e biologici ai sensi di quanto previsto dall'art. 243 della stessa norma. Sul lato degli effetti sulla salute, è parimente auspicabile che si sviluppino sempre con maggiore sistematicità le analisi congiunte dei dati di infortunio e malattie professionali (per come disponibili all'Istituto a fronte dell'attività corrente di indennizzo ed erogazione delle rendite) con i dati prodotti dai sistemi di sorveglianza epidemiologica di popolazione (Registro Nazionale dei Mesoteliomi, Registro Nazionale dei Tumori naso-sinusali, Sistema di sorveglianza delle malattie professionali *Mal prof*, Sistema di sorveglianza degli infortuni *Informo*).

Il ruolo della ricerca scientifica e, in particolare, della sorveglianza epidemiologica è decisivo rispetto all'insieme dei temi a cui si è fatto riferimento. Nell'ambito dei piani di ricerca dell'INAIL, attraverso esperienze realizzate in autonomia e nel contesto delle ricerche in collaborazione con la comunità scientifica, sono stati condotti alcuni progetti di ricerca che hanno consentito di esplorare le criticità a cui si è accennato e che hanno prodotti risultati significativi sia dal punto di vista metodologico che dei risultati epidemiologici. Fra queste esperienze di ricerca, il progetto Bigepi e il progetto Workclimate si prestano particolarmente ad alcune riflessioni utili in questa sede.

2.1. Progetto BIGEPI

Le linee di ricerca che hanno costituito i progetti BEEP e BIGEPI coordinati da INAIL e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (Istituto di Fisiologia Clinica),

nell'ambito di due successive edizioni delle ricerche in collaborazione (BRIC), hanno sviluppato una serie di analisi epidemiologiche a partire da una comune valutazione metodologica. La distinzione fra **fattori di rischio per la salute di natura ambientale e di natura occupazionale è generalmente inadeguata** e, in molti casi, si tratta di una distinzione fuorviante. Non solo perché molti fattori di rischio sono allo stesso tempo presenti nei luoghi di lavoro e negli ambienti di vita, ma perché le linee di azione causale interagiscono in modalità sinergiche.

Gli studi di epidemiologia ambientale sono complessi per una serie di ragioni strutturali. Si tratta di indagare effetti sulla salute che sono per natura multifattoriali e le caratteristiche individuali possono rivestire un ruolo determinante. Lo stile di vita, le abitudini alimentari, il fumo e lo stato socioeconomico sono fattori essenziali ed è necessario predisporre strumenti metodologici per il loro trattamento. Analogamente, negli studi di carattere occupazionale, la corretta valutazione del peso dei fattori di rischio per la salute presenti nei luoghi di lavoro non può prescindere dall'analisi delle componenti di rischio ambientale. La residenza dei soggetti studiati e l'eventuale presenza di fonti di inquinamento sono di prima rilevanza per la corretta impostazione e sviluppo degli studi epidemiologici.

Nonostante queste considerazioni siano del tutto condivise dalla comunità scientifica e non vi sia alcuna discussione sulla necessità di un paradigma di riferimento per l'analisi integrata dei fattori di rischio ambientali ed occupazionali, nella pratica corrente, in molti studi di epidemiologia ambientale, l'attenzione ai fattori di rischio legati al lavoro dei soggetti studiati appare assente o inadeguata. L'organizzazione mondiale della Sanità (WHO) e l'International Labour Office (ILO) hanno prodotto recentemente stime congiunte della frazione attribuibile ai rischi nei luoghi di lavoro per una serie selezionata di effetti sulla salute, concludendo che vi sia evidenza di una **sottovalutazione dei rischi occupazionali come determinante essenziale di salute** (WHO/ILO 2021). Le due Agenzie stimano fra il 5% ed il 7% il peso sulla mortalità degli infortuni sul lavoro e delle malattie professionali (ILO, 2006; Pega, 2023). Complessivamente, 2,3 milioni di decessi sono stimati come correlate all'occupazione con un ruolo decisivo dei tumori professionali (32%), delle malattie cardiovascolari (23%), delle malattie infettive (17%) e degli infortuni sul lavoro (18%). In questo quadro la considerazione della **storia occupazionale (e non dell'occupazione al momento della rilevazione)** dei soggetti arruolati negli studi di coorte per fattori di rischio ambientali o negli studi trasversali, risulta essenziale. Sia per la valutazione dello specifico ruolo dell'occupazione come determinante di salute, sia per stimare senza distorsioni il peso della componente di rischio strettamente ambientale. In questo quadro, i progetti di ricerca BEEP e BIGEPI hanno sviluppato esperienze fattuali di analisi epidemiologica che si muovono nel senso di integrare le diverse componenti di rischio non solo con riferimento agli aspetti metodologici, ma anche di interpretazione ed analisi dei risultati.

Alcuni sviluppi, come l'introduzione dell'analisi della componente occupazionale negli studi longitudinali delle coorti di Roma e Torino (Bauleo, 2023), l'analisi dell'impatto sugli infortuni sul lavoro dei cambiamenti climatici e delle ondate di calore (Marinaccio, 2019), le tecniche di utilizzo dei grandi archivi amministrativi dei con-

tributi previdenziali (Massari, 2022) hanno consentito di compiere passi avanti importanti nel senso dell'analisi complessiva dei determinanti di salute, aprendo la strada ad una serie di approfondimenti di ricerca che saranno oggetti dei prossimi studi. In particolare, l'utilizzo dei dati di fonte Inps (gli archivi dei contributi previdenziali sostenuti dal settore privato) per l'analisi dell'intera storia occupazionale dei soggetti arruolati nelle coorti per gli studi epidemiologici (generalmente di natura ambientale) rappresenta un paradigma di estrema rilevanza proprio in ordine al tema della interoperabilità delle banche dati e della loro completa fruibilità in termini di produzione di valore aggiunto di conoscenza.

2.2. Progetto Workclimate

Il Progetto Workclimate, coordinato da INAIL e dal Consiglio Nazionale delle Ricerche (Istituto per la Bioeconomia), ha sviluppato come elemento conoscitivo di partenza per l'implementazione di strumenti operativi di intervento, analisi epidemiologiche per la stima della correlazione fra esposizione occupazionale a temperature estreme (in particolare al caldo) e rischio di infortunio sul lavoro in alcuni settori lavorativi, come quello dell'agricoltura (Di Blasi, 2023) e delle costruzioni (Gariazzo, 2022). Analisi che hanno portato alla luce un significativo aumento degli infortuni (soprattutto per le classi di lavoratori più giovani) in condizioni di esposizione ad elevate temperature. Nell'ambito del progetto, ed a partire dai risultati degli studi epidemiologici, sono stati condotti vari casi-studio *ad hoc* in aziende selezionate in varie zone d'Italia con l'obiettivo di approfondire la conoscenza del microclima a livello aziendale in alcuni contesti occupazionali e aumentare la conoscenza sul comportamento adottato dai lavoratori durante l'orario di lavoro per contrastare condizioni di caldo. Sono stati effettuati monitoraggi fisiologici (temperatura corporea, frequenza cardiaca, tasso metabolico, saturazione dell'ossigeno), in alcuni casi anche raccolta delle urine, su lavoratori impegnati in varie mansioni prevalentemente all'aperto (del settore agricolo, costruzioni, servizi, trasporti), ma anche in ambienti interni non climatizzati (attività di magazzino nel settore della logistica). Sono state effettuate anche riprese termografiche, monitoraggi comportamentali mediante la somministrazione di questionari per la valutazione del disagio termico in vari momenti dell'attività lavorativa e monitoraggi in continuo delle condizioni microclimatiche. Sono inoltre state testate in camera climatica (su manichino termico, in grado di simulare la sudorazione) delle soluzioni tecnologiche, in particolare l'utilizzo di giacche ventilate che, se utilizzate in modo opportuno, possono contribuire a ridurre gli effetti del caldo durante specifiche mansioni sui luoghi di lavoro (Del Ferraro, 2021; Del Ferraro, 2022).

I risultati degli studi epidemiologici e degli studi che hanno mostrato come il tema critico fosse la consapevolezza dei rischi, hanno suggerito l'implementazione di un sistema di allerta da caldo, integrato meteo-climatico ed epidemiologico, specifico per il settore occupazionale, rappresentato da una piattaforma previsionale web e da una web-app con previsioni personalizzate sulla base delle caratteristiche individuali dei lavoratori e quelle dell'ambiente di lavoro (Morabito, 2020; Grifoni, 2021). La piattaforma previsionale web permette di consultare la previsione del rischio caldo (basata

su un indicatore ampiamente utilizzato in ambito occupazionale a livello internazionale per un primo *screening* dello stress da caldo), variabile su 4 livelli (da nessun rischio a rischio alto) e personalizzata su un profilo di lavoratore standard (alto 175 cm, peso 75 kg), sano (senza condizioni individuali di suscettibilità termiche), non acclimatato al caldo e che non indossa dispositivi di protezione individuale o che comunque indossa un abbigliamento che non determina un ulteriore aumento del rischio. Un utente può decidere il tipo di previsione da consultare, quindi riferita a un lavoratore che svolge attività moderata, o intensa, direttamente esposto alla radiazione solare, o all'ombra. La previsione è disponibile fino a tre giorni in forma di mappa a livello italiano e per 4 momenti della giornata (ore 8.00, 12:00, 16:00 e 20:00) e permette anche l'estrazione di alcune informazioni per le singole località. La disponibilità di questo strumento ha determinato una serie di ricadute di ordine regolamentare con l'emanazione di delibere regionali emesse dal 2021 al 2023 (Puglia, Calabria, Basilicata, Campania, Molise, Toscana) e di note dell'Ispettorato Nazionale del Lavoro che hanno indicato come la consultazione dei risultati del progetto Workclimate sia stato un requisito essenziale delle azioni di prevenzione dei rischi in tema di esposizione a temperature estreme.

In questa sede si vuole sottolineare come l'utilizzo dei dati di infortunio e di malattia professionale, in un contesto di ricerca epidemiologica che utilizza modelli già disponibili nella letteratura scientifica per i temi generali di sanità pubblica, consenta di ottenere risultati e di produrre evidenze scientifiche che la mera consultazione delle basi di dati disponibili non avrebbe consentito di svelare. In particolare, la dimensione epidemiologica degli infortuni occupazionali correlati alle temperature estreme non è immediatamente disponibile dall'analisi dei dati correnti, ma emerge esclusivamente tramite il ricorso agli strumenti dell'analisi epidemiologica, mettendo in risalto il ruolo essenziale della ricerca scientifica nella produzione di risultati utili allo sviluppo di una politica della prevenzione *evidence-based*.

3. L'interoperabilità dei dati per l'analisi valutativa: conclusioni dall'esperienza VIP-Moving

Le analisi di impatto, pur essendo ormai da tempo riconosciute come uno strumento essenziale per la programmazione futura dell'azione pubblica (Barca, 2009) e per l'*accountability* del terzo settore, hanno un successo limitato presso le amministrazioni che gestiscono le politiche e applicazioni piuttosto episodiche, soprattutto per quanto riguarda la stima degli impatti netti (Ragazzi & Sella, 2018). Questi, anche quando sono invocati come *gold standard* all'interno di grandi programmi, tendono a infrangersi nell'operatività contro barriere connesse alla loro realizzazione pratica. Fra queste vanno citate l'opposizione degli implementatori delle politiche ad adattarsi alle esigenze dell'approccio controfattuale, i tempi e i costi da sostenere per raccogliere i dati necessari.

Molte di queste difficoltà potrebbero essere smorzate attraverso l'impiego di dati amministrativi. In tal senso la prospettiva dell'*open government* sembra offrire possi-

bilità di rilancio alla pratica valutativa su ampia scala, senza relegarla a esperienze relative a progetti pilota sperimentali.

Eppure, le difficoltà connesse a un tale impiego non vanno sottovalutate; ripercorrendo i tratti essenziali di un rapporto del rapporto della commissione che, già 25 anni fa negli USA, ha analizzato l'opportunità di utilizzo dei dati amministrativi per rispondere ai *policy maker* (Hotz *et al.*, 1999), riguardano:

- il problema di **riconoscere univocamente l'individuo** pur tutelandone i dati individuali, nel tempo e attraverso le basi dati; questo è un problema specifico del campo valutativo;
- la comprensione della **natura dei dati** per chi non ne conosce la logica amministrativa;
- la consapevolezza di **errori, dati mancanti, potenziali distorsioni**, tra cui anche quelle derivanti dalla messa in qualità dei dati stessi;
- non ultimo l'**accesso stesso ai dati da parte di persone non appartenenti all'amministrazione** o alla struttura che li ha creati.

Prendere in considerazione queste problematiche impone un notevole lavoro, che rappresenta un costo occulto per il ricercatore, mentre trascurarlo può essere fonte di distorsioni o di errate interpretazioni (Ragazzi & Sella, 2014).

Ripercorrendo l'esperienza avuta nel progetto VIP-Moving, emergono le seguenti considerazioni.

Connettere le informazioni. Se il problema di identificare le unità valutate attraverso le banche dati non è un problema per la valutazione delle azioni implementate da INAIL, grazie a identificativi unici di volta in volta pertinenti¹, la riconnessione delle informazioni resta molto difficile a causa della complessità delle architetture: le banche dati sono organizzate per regione; inoltre le informazioni sono raccolte su base PAT² anziché per impresa, per cui per ricostruire il quadro infortunistico o occupazionale di un'impresa occorre riconnettere le osservazioni utilizzando la BD Aziende come tramite. Un differente problema di connessione è stato presentato nel Capitolo 4 di questo volume. In tale sede si è mostrato come il concetto di investimento contro un rischio e quello di tipo di infortuni non coincidono quando applicati in banche dati differenti. Le banche dati attuali non sono state studiate per essere utilizzate congiuntamente e per questo motivo un impiego trasversale richiede molto tempo, lavoro di comprensione e resta comunque limitato ai casi in cui non si presentino criticità.

La comprensione della natura dei dati. Nel caso specifico della valutazione dei Bandi ISI, l'analisi dell'impatto ha dovuto fare ricorso a tre diverse banche dati: la banca dati sui Bandi ISI, la banca dati aziende e la banca dati infortuni. Per ciascuna di queste è stato necessario un lavoro preliminare con le strutture INAIL preposte al loro funzionamento. Questo dialogo ha permesso di comprendere le pratiche amministrati-

¹ Codice fiscale, partita IVA, codice progetto, PAT.

² Posizione Assicurativa Territoriale. Sono le singole unità oggetto di specifica definizione degli aspetti di rischio a fini assicurativi. Ogni impresa può avere più unità locali, all'interno di ogni unità locale può avere più PAT, se vi si svolgono lavorazioni con profili di rischio differenti.

ve da cui i dati si originano e, di conseguenza, la loro portata informativa, nonché il significato di apparenti anomalie. Se si desidera passare da una pratica valutativa sperimentale a una sua implementazione sistematica, questo apprendimento deve essere facilitato, da un lato eliminando dalle banche dati le sorgenti di possibili incomprensioni, e dall'altro esplicitando in manuali utenti le conoscenze che accompagnano i dati (*metadati*); queste conoscenze, come spesso accade, attualmente sono prevalentemente di tipo tacito e a volte possedute da professionisti esterni, in seguito all'*outsourcing* di certi servizi.

La messa in qualità dei dati. I dati amministrativi nascono in occasione di pratiche e vengono quindi generati da una moltitudine di operatori, non necessariamente interni all'Istituzione. Questo, soprattutto quando le banche dati hanno dimensioni grandi come quelle citate (la banca dati aziende ha circa tre milioni di record), può essere fonte di errori che non sono più correggibili quando si passa al livello aggregato. Se gli errori non sono casualmente distribuiti, o se il sistema per garantire il funzionamento, introduce dei correttivi non neutri, questo problema può ostacolare la leggibilità dell'impatto.

Concludendo, nell'ottica di un'istituzionalizzazione della pratica valutativa, anche internamente all'Istituzione, risulta indispensabile un lavoro per rendere fruibile e interoperabile l'enorme patrimonio informativo connesso all'attività di assicurazione e di prevenzione per gli infortuni e le malattie professionali realizzata da INAIL. Questo lavoro faciliterebbe anche l'interconnessione con banche dati esterne e l'impiego di tale patrimonio per analisi epidemiologiche fondamentali per la missione preventiva dell'INAIL.

4. Riferimenti bibliografici

- Barca, F. (2009). *An agenda for a reformed cohesion policy. A place-based approach to meeting European Union challenges and expectations*. Independent Report prepared at the request of Danuta Hübner, Commissioner for Regional Policy http://ec.europa.eu/regional_policy/archive/policy/future/pdf/report_barca_v0306.pdf.
- Bauleo, L., Massari, S., Gariazzo, C., Michelozzi, P., Dei Bardi, L., Zengarini, N., Maio, S., Stafoggia, M., Davoli, M., Viegi, G., Marinaccio, A., Cesaroni, G.; BIGEPI Collaborative Group (2023). Sector of Employment and Mortality: A Cohort Based on Different Administrative Archives. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 9;20(10):5767. doi: 10.3390/ijerph20105767. PMID: 37239502; PMCID: PMC10218361.
- Del Ferraro, S., Falcone, T., Morabito, M., Messeri, A., Bonafede, M., Marinaccio, A., Gao, C. & Molinaro, V. (2021). Cooling garments against environmental heat conditions in occupational fields: measurements of the effect of a ventilation jacket on the total thermal insulation. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 86, 103230 doi: 10.1016/j.ergon.2021.103230.
- Del Ferraro, S., Falcone, T., Morabito, M., Messeri, A., Bonafede, M., Marinaccio, A., Gao, C. & Molinaro, V. (2022). *A potential wearable solution for preventing heat strain in workplaces: The cooling effect and the total evaporative resistance of a ventilation jacket*. *Environmental Research*. Sep; 212(Pt D):113475. doi: 10.1016/j.envres.2022.113475. Epub 2022 May 16. PMID: 35588774.
- Di Blasi, C., Marinaccio, A., Gariazzo, C., Taiano, L., Bonafede, M., Leva, A., Morabito, M., Mi-

- chelozzi, P., De' Donato, F.K., On Behalf of the Workclimate Collaborative Group (2023). Effects of Temperatures and Heatwaves on Occupational Injuries in the Agricultural Sector in Italy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 4;20(4):2781. doi: 10.3390/ijerph20042781. PMID: 36833478; PMCID: PMC9957348.
- Gariazzo, C., Taiano, L., Bonafede, M., Leva, A., Morabito, M., De' Donato, F. & Marinaccio, A. (2022). Association between extreme temperature exposure and occupational injuries among construction workers in Italy: An analysis of risk factors. *Environment International*, 171:107677. doi: 10.1016/j.envint.2022.107677. Epub 2022 Dec 6. PMID: 36495676.
- Grifoni, D., Messeri, A., Crisci, A., Bonafede, M., Pasi, F., Gozzini, B., Orlandini, S., Marinaccio, A., Mari, R., Morabito, M., On Behalf Of The Workclimate Collaborative Group (2021). Performances of Limited Area Models for the WORKCLIMATE Heat-Health Warning System to Protect Worker's Health and Productivity in Italy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 21;18(18):9940. doi: 10.3390/ijerph18189940. PMID: 34574860; PMCID: PMC8466979.
- Hotz, V., Goerge, R., Balzekas, J. & Margolin, F. (1999). *Administrative data for policy-relevant research: assessment of current utility and recommendations for development*. Report of the Advisory Panel on Research Uses of Administrative Data. Joint Center for Poverty Research of the Northwestern University/University of Chicago, http://public.econ.duke.edu/~vjh3/working_papers/adm_data.pdf.
- International Labor Organization (ILO) (2006). *Occupational Safety and Health: synergies between security and productivity*. Geneva: World Health Organization.
- Marinaccio, A., Scortichini, M., Gariazzo, C., Leva, A., Bonafede, M., De' Donato, F.K., Stafoggia, M., Vieg, G., Michelozzi, P.; BEEP Collaborative Group (2019). Nationwide epidemiological study for estimating the effect of extreme outdoor temperature on occupational injuries in Italy. *Environment International*. 133(Pt A):105176. doi: 10.1016/j.envint.2019.105176. Epub 2019 Oct 22. PMID: 31654985.
- Massari, S., Malpassuti, V.C., Binazzi, A., Paris, L., Gariazzo, C. & Marinaccio, A. (2022). Occupational Mortality Matrix: A Tool for Epidemiological Assessment of Work-Related Risk Based on Current Data Sources. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 6;19(9):5652. doi: 10.3390/ijerph19095652. PMID: 35565047; PMCID: PMC9104125.
- Morabito, M., Messeri, A., Crisci, A., Pratali, L., Bonafede, M., Marinaccio, A.; WORKCLIMATE Collaborative Group (2020). Heat warning and public and workers' health at the time of COVID-19 pandemic. *Science of the Total Environment*. 10;738:140347. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140347. Epub 2020 Jun 18. PMID: 32570084; PMCID: PMC7301811.
- Pega, F., Al-Emam, R., Cao, B., Davis, C.W., Edwards, S.J., Gagliardi, D., Fassa, A.G., Hassan, M.N., Hosseinpoor, A.R., Iavicoli, S., Jandaghi, J., Jarosinska, D.I., Kgalamono, S.M., Rad, M.K., Khodabakshi, M., Li, X., Marinaccio, A., Mbayo, G., Rowshani, Z., Sanabria, N.M., Sidwell-Wilson, K., Solar, O.H., Streicher, K.N., Sun, X., Asl, R.T., Yadegari, M., Zhang, S., Zungu, M. & Momen, N.C. (2023). New global indicator for workers' health: mortality rate from diseases attributable to selected occupational risk factors. *Bulletin of the World Health Organization*. 1;101(6):418-430Q. doi: 10.2471/BLT.23.289703. Epub 2023 May 1. PMID: 37265682; PMCID: PMC10225940.
- Ragazzi, E. & Sella, L. (2014). *I dati amministrativi per la valutazione delle politiche: riscontri dall'esperienza piemontese sul FSE*, RIV – Rassegna Italiana di Valutazione, a. XVIII, n. 60. <https://doi.org/10.3280/RIV2014-060008>.
- Ragazzi, E. & Sella, L. (2018). Données administratives et évaluation des politiques régionales: Quels enjeux?. *Revue d'économie régionale et urbaine* N° 2/2018, 509-532. <https://doi.org/10.3917/reru.182.0509>.
- Rota, F.S., Sella, L., Ragazzi, E. & Pennisi, M. (2023). Interdisciplinary research in Critical Zone studies: The analysis of land use change in the Italian Alps. *Scienze Regionali – Italian Journal of Regional Science* (in press).

- Stock, P. & Burton, R.J.F. (2011). Defining Terms for Integrated (Multi-Inter-Trans-Disciplinary) Sustainability Research. *Sustainability*, 3, 8: 1090-1113. DOI: 10.3390/su3081090.
- World Health Organization/International Labor Organization WHO/ILO (2021). *Joint estimates of the work-related burden of disease and injury, 2000-2016: global monitoring report*. Geneva: World Health Organization and the International Labour Organization, Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.