



Senato della Repubblica

Ufficio Valutazione Impatto
Impact Assessment Office

FOCUS

Morti sul lavoro

L'intelligenza artificiale può rendere più efficace la prevenzione degli incidenti?

Luglio 2025

*Gli incidenti sul lavoro rappresentano una sfida politica per tutti i paesi. Secondo l'Organizzazione internazionale del lavoro, nel mondo **quasi tre milioni di persone sono morte nel 2019** a causa di incidenti e malattie professionali, **oltre il 5 per cento in più rispetto al 2015**.*

***L'Italia**, nonostante le severe normative e le risorse destinate a migliorare la sicurezza aziendale (per i soli bandi ISI, l'INAIL ha finora stanziato 4,4 miliardi di euro), **tra 2017 e 2023 ha registrato 9.263 morti sul lavoro**. E nel **2021** si è classificata all'ottavo posto tra i paesi dell'UE27 per tasso di mortalità sul lavoro, segnalando 2,7 morti ogni 100.000 lavoratori, una cifra superiore del 50 per cento alla media dell'Unione europea.*

*Come si possono rendere più efficaci le politiche di prevenzione? **L'intelligenza artificiale** – come dimostra questo studio UVI – **potrebbe essere d'aiuto nell'individuare le aree a più alto rischio** e orientare meglio gli interventi.*

Il punto di partenza

La tutela della salute e della sicurezza dei lavoratori affonda le sue radici negli articoli 2, 32 e 41 della Costituzione italiana. Dal punto di vista normativo, il testo di riferimento è rappresentato dal Decreto legislativo n. 81 del 9 aprile 2008, detto "Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro".

Tabella 1. Decessi sul lavoro in Italia per settore di attività. Anni 2017-2023

	Numero totale dei decessi						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Industria e servizi	981	1.122	1.044	1.503	1.228	1.073	978
Agricoltura	163	152	171	138	148	137	133
Settore pubblico	34	20	24	82	59	37	36
Totale	1.178	1.294	1.239	1.723	1.435	1.247	1.147

	Decessi sul posto di lavoro						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Industria e servizi	705	796	748	1.298	979	775	740
Agricoltura	139	118	144	120	127	116	121
Settore pubblico	17	7	12	74	49	20	21
Totale	861	921	904	1.492	1.155	911	882

	Decessi "In itinere"						
	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Industria e servizi	276	326	296	205	249	298	238
Agricoltura	24	34	27	18	21	21	12
Settore pubblico	17	13	12	8	10	17	15
Totale	317	373	335	231	280	336	265

Fonte: INAIL.

Nota 1. Sono escluse alcune categorie di lavoratori non assicurate dall'INAIL, come vigili del fuoco, agenti di polizia, personale militare e giornalisti, in quanto coperti da altri assicuratori.

Nota 2. La tabella mostra il forte aumento del numero di decessi sul posto di lavoro nel 2020 e nel 2021 a causa della pandemia di COVID-19. Negli stessi anni è possibile osservare una diminuzione del numero di decessi "in itinere" dovuta alla riduzione della mobilità e delle attività economiche causata dalla pandemia. La somiglianza del numero di decessi professionali tra il 2017-2019 e il 2022-2023 suggerisce che lo shock da COVID-19 può essere considerato uno shock temporaneo, dopo il quale le condizioni sono tornate allo status quo, almeno per quanto riguarda la sicurezza.

Analisi

Nonostante l'elevata attenzione nella discussione pubblica al tema della sicurezza sul lavoro, gli incidenti mortali continuano a rappresentare una sfida significativa sia nei paesi in via di sviluppo che in quelli sviluppati. Secondo l'Organizzazione internazionale del lavoro, **quasi tre milioni di persone sono morte nel 2019 a causa di incidenti e malattie professionali**, con un **aumento di oltre il 5 per cento rispetto al 2015** (ILO, 2023).

L'Unione europea ha definito, per il settennato 2021-2027, un ambizioso quadro strategico basato sull'approccio "zero vittime", che mira a eliminare completamente i decessi.

Tra 2017 e 2023 l'Italia ha registrato 9.263 incidenti mortali: 7.126 persone sono morte sul

posto di lavoro (76,9%) e 2.137 nel percorso verso/da il luogo di lavoro o tra le diverse sedi di lavoro. La maggioranza degli incidenti si è verificata nel settore industria e servizi.

Nel **2021** l'Italia ha registrato una media di **3,3 decessi sul lavoro al giorno**. Si è così classificata all'**ottavo posto tra i paesi dell'UE27 per tasso di mortalità relativa**: 2,7 vittime ogni 100.000 lavoratori, una cifra superiore del 50 per cento alla media UE.

Il sistema italiano per garantire la sicurezza sul lavoro coinvolge molteplici attori istituzionali, principalmente il Ministero del Lavoro, che ha le competenze in materia di regolamentazione, e l'INAIL, che svolge in particolare attività di ispezione, assicurazione contro gli infortuni e incentivi pubblici per gli investimenti delle imprese sulla sicurezza nei posti di lavoro.

PMI e sicurezza sul lavoro: bandi ISI

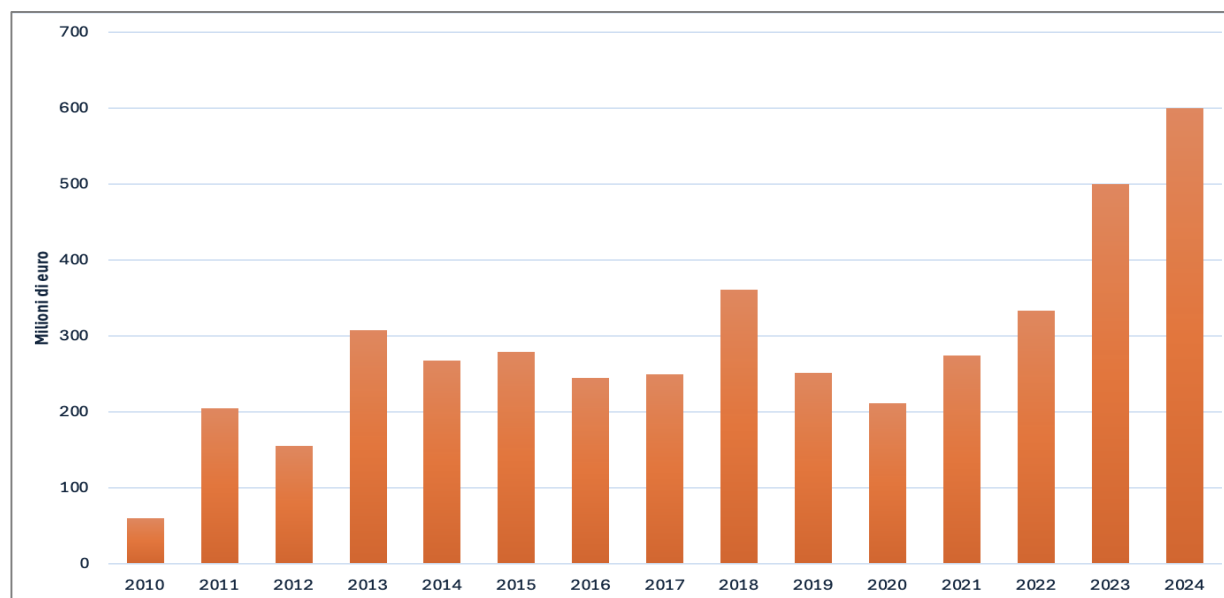
Per rafforzare la protezione dei lavoratori, dal 2010 l'INAIL (l'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro) mette risorse a disposizione delle imprese italiane attraverso bandi annuali, i cosiddetti bandi ISI, che rappresentano **la misura di incentivazione più significativa a livello europeo**. La misura sostiene gli investimenti per migliorare la sicurezza delle imprese, in particolare nelle aziende medio-piccole (PMI) che da sole rappresentano oltre il 75% del settore industriale italiano. La logica alla base di questa politica è che le PMI possono avere risorse limitate da destinare alla sicurezza, rischiando quindi di essere sotto-attrezzate.

Tra 2010 e 2024 l'INAIL ha destinato ai bandi ISI complessivamente circa **4,4 miliardi di euro** (Figura 1): dallo stanziamento iniziale di 60 milioni l'importo è costantemente aumentato, arrivando a **500 milioni nel 2023** e a **600 milioni nel 2024**.

Per partecipare, le imprese devono soddisfare vari requisiti di ammissibilità, come non essere sottoposte a liquidazione volontaria o a procedure di insolvenza, rispettare gli obblighi assicurativi e previdenziali, non aver richiesto o ricevuto altri finanziamenti pubblici per il progetto che stanno proponendo, né aver ottenuto l'approvazione del finanziamento nei tre precedenti bandi.

Le proposte ammissibili includono progetti per la riduzione dei rischi tecnopatici e infortunistici, la bonifica dell'amianto, i programmi di formazione e l'adozione di modelli organizzativi e quadri di responsabilità sociale. L'incentivo consiste attualmente in un **contributo a fondo perduto** che copre dal 50% al 75% dei costi del progetto, con importi che vanno da 5.000 a 130.000 euro.

Figura 1. Stanziamenti INAIL per i bandi ISI. Anni 2010-2024. Milioni di euro



Fonte: elaborazione UVI su dati INAIL

Il **processo di assegnazione** si svolge in due fasi. In primo luogo, l'INAIL assegna le risorse alle regioni lungo cinque assi di intervento. In seguito, ogni regione pubblica **bandi di gara**.

Le risorse vengono poi assegnate alle aziende tramite il **click-day**. Al momento esatto del *click*, **le domande sono accettate in rigoroso ordine cronologico** fino al raggiungimento del **limite di bilancio**. In seguito, l'INAIL pubblica una graduatoria dei progetti ammessi e di quelli in

lista di riserva, che vengono poi sottoposti a un controllo finale dei documenti prima del finanziamento. Per ottimizzare l'utilizzo delle risorse, è previsto un meccanismo di redistribuzione dei fondi assegnati e non utilizzati, con riallocazione ad altre regioni ma sempre sullo stesso asse di intervento.

Quali sono le aree a più rischio di decessi? Un nuovo approccio di studio

[Questa ricerca](#) sviluppa un **approccio basato sulla distribuzione territoriale per identificare in anticipo le aree a più alto rischio di decessi** sul posto di lavoro. A tal fine, combina **metodi di machine learning** con l'uso di **dati territoriali**.

L'attenzione si concentra sui decessi, piuttosto che sugli infortuni, poiché gli infortuni non mortali sono generalmente soggetti a problemi di sotto-segnalazione, specialmente in contesti dove l'economia sommersa è ampia e prevale l'incentivo a non denunciare gli incidenti. La sotto-segnalazione è invece probabilmente minima per i decessi, permettendo di basare l'analisi su informazioni più accurate.

I dati sulla mortalità 2017-2023 provengono dall'INAIL e coprono i **610 sistemi locali del lavoro italiani (SLL)**. Ogni SLL è un'aggregazione di due o più comuni limitrofi (13 in media), definita dall'ISTAT sulla base dei flussi giornalieri di pendolarismo da/verso il luogo di lavoro.

Di ogni SLL vengono analizzate **160 variabili**, tra cui una descrizione dettagliata della struttura produttiva del territorio, delle caratteristiche del

mercato del lavoro, dei dati socio-economici e demografici, delle caratteristiche del mercato immobiliare, della politica locale e delle morti avvenute sul posto di lavoro.

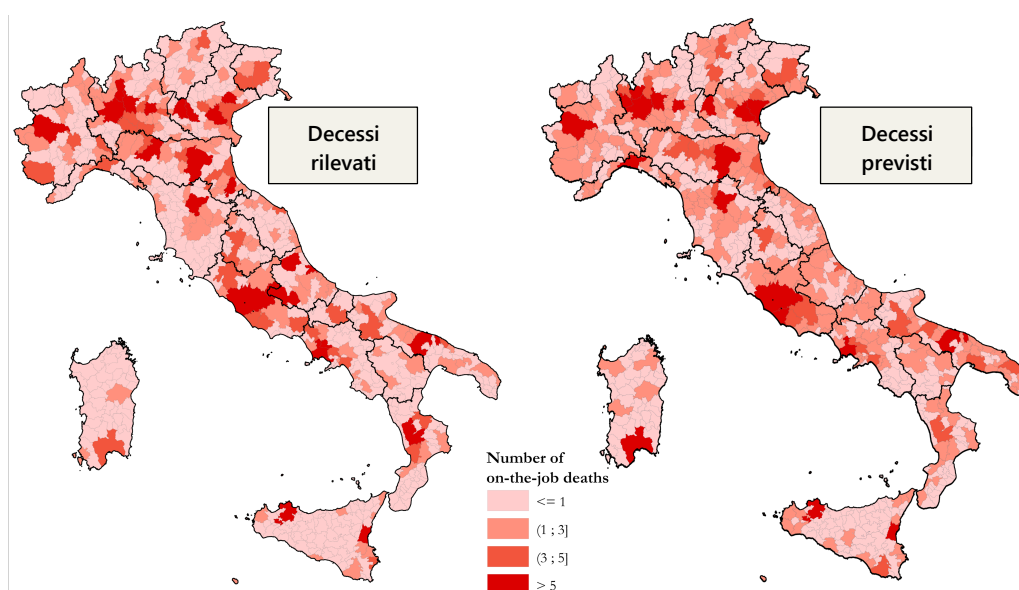
.La mappa del rischio

L'utilizzo di diversi algoritmi di *machine learning* ha permesso di:

- rilevare una **significativa differenza territoriale** nel rischio di decessi sul lavoro
- individuare gli **"hotspot di mortalità"**
- **classificare il rischio** per ciascun SLL
- **prevedere con elevata precisione il numero di decessi** in un dato anno per ogni SLL.

Sarebbe molto utile disporre di dati più disaggregati, come ad esempio lo scorporo dei decessi del settore dell'edilizia da quelli del macro-settore industria e servizi. Questo renderebbe possibile effettuare analisi che identificano con maggiore precisione i settori a più alto rischio.

Figura 2. Decessi sul lavoro rilevati e decessi previsti dall'intelligenza artificiale. Anno 2023



Fonte: UVI, elaborazione degli autori

La mappa dei rischi indica per il 2023 un **rischio di mortalità maggiore nel Nord e al Centro** (Lazio). La precisione delle previsioni è stata validata dal numero dei decessi effettivamente rilevati.

Cosa sono gli hotspot di mortalità?

Gli hotspot di mortalità sono le economie locali col più alto rischio di incidenti sul lavoro, ossia che hanno un rischio previsto superiore al 90mo percentile della distribuzione. Cosa le caratterizza in termini socio-economici, demografici e geografici?

Una prima analisi esplorativa rileva che hanno strutture economiche diverse, con una **quota significativamente maggiore di lavoratori agricoli e delle costruzioni** e una **quota inferiore di occupati nel settore manifatturiero**. Questo conferma la necessità di poter disporre di dati disaggregati per il settore dell'edilizia anche in relazione al numero dei decessi.

Mentre i **tassi di occupazione appaiono comparabili**, le aree ad alto rischio mostrano **tassi di disoccupazione significativamente più bassi** e una **maggiore densità imprenditoriale**: circa 44 attività in più ogni 1.000 abitanti. Presentano anche una **popolazione molto più giovane** e una **percentuale inferiore di stranieri**.

Non si registrano invece differenze significative in termini di reddito pro capite (negli hotspot di mortalità il reddito medio è inferiore di 254 euro rispetto agli altri sistemi locali del lavoro), **distribuzione geografica** (Sud e Isole) o **disparità di reddito**, suggerendo che la classificazione del rischio non si limita a cogliere le ben note disparità Nord-Sud o le differenze legate al reddito.

Ulteriori approfondimenti sulle caratteristiche delle aree ad alto rischio sono fortemente limitati dalla mancanza di dati più dettagliati.

Tabella 2. Caratteristiche dei sistemi locali del lavoro per classificazione del rischio

Variabili	SLL ad alto rischio	Altri SLL	Differenza
% di lavoratori nel settore agricolo	0,210	0,104	0,107 (0,014)
% di lavoratori nel settore edile	0,119	0,108	0,010 (0,005)
% di lavoratori nel settore manifatturiero	0,122	0,209	-0,087 (0,017)
Impianti per 1.000 abitanti	159.059	114,769	44.290 (3.070)
Reddito pro capite (€)	14.315,490	14.569,692	-254,202 (516,972)
Tasso di disoccupazione	6,966	8,855	-1,889 (0,620)
Tasso di occupazione	45,391	43,731	1,660 (1,078)
% popolazione over 65	0,274	0,252	0,022 (0,004)
% stranieri	0,053	0,073	-0,019 (0,005)
Quota di SLL nelle regioni meridionali	0,475	0,457	0,018 (0,067)
Disparità di reddito (indice di Gini)	0,394	0,394	0,000 (0,004)

Fonte: UVI, elaborazione degli autori

Nota. La tabella riporta i valori medi e le differenze nelle caratteristiche tra economie locali (SLL) ad alto rischio e le altre.

Le risorse sono concentrate nelle aree in cui è più necessario?

Dopo aver dimostrato la bontà della previsione *machine learning* e aver approfondito le caratteristiche delle aree a più alto rischio, la **ricerca analizza l'efficacia dei criteri di allocazione delle risorse assegnate attraverso i bandi ISI dell'INAIL.**

Sempre utilizzando le stime ML, viene realizzata una mappa del rischio che per il 2023 riporta il numero di incidenti mortali previsti, a livello provinciale, ogni 100.000 abitanti. La mappa viene poi confrontata con la distribuzione territoriale delle imprese che hanno percepito i fondi INAIL, sempre a livello provinciale e ogni 100.000 abitanti.

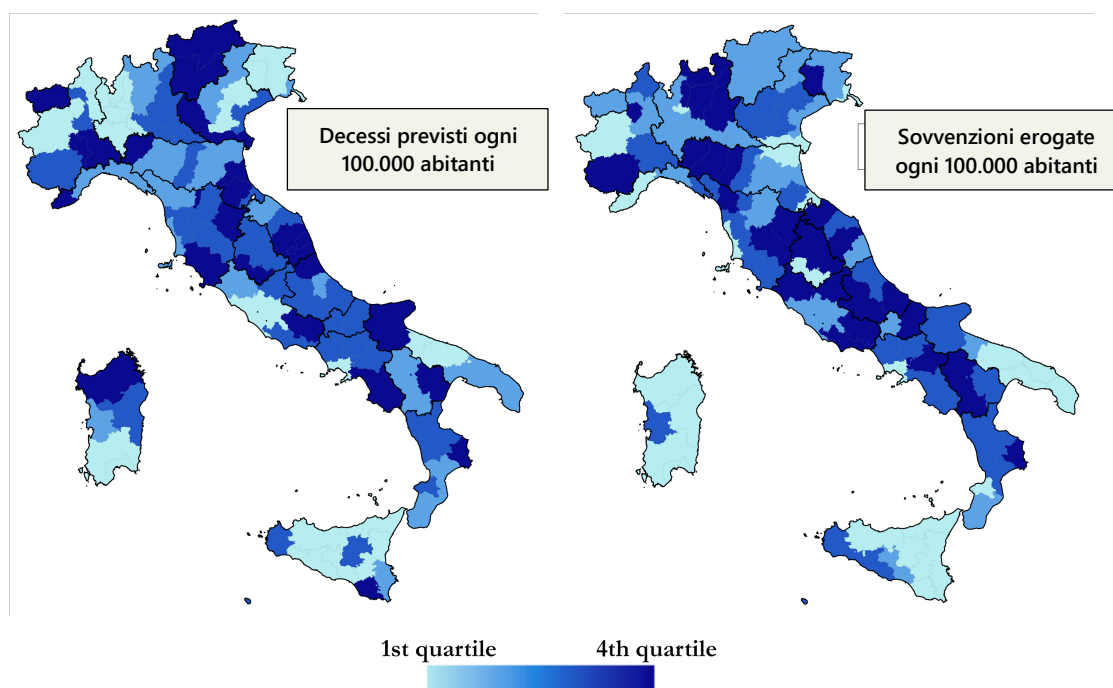
Il confronto tra le mappe indica per il 2023 un **rischio maggiore al Nord**, mentre i **fondi**

ISI sono prevalentemente assegnati regioni (e alle province) centrali.

Questo disallineamento tra gli sforzi pubblici e la mappa dei rischi evidenzia che potrebbe esserci un problema di *targeting* delle politiche attuali, visto che **l'allocazione finale delle risorse non risulta ben allineata con il rischio previsto.**

È importante però sottolineare che queste considerazioni riguardano esclusivamente uno dei potenziali obiettivi dell'INAIL, ovvero la riduzione degli incidenti mortali. I bandi ISI sono infatti mirati anche ad altri tipi di intervento, come l'acquisto di mezzi agricoli meno inquinanti.

Figura 3. Confronto tra la mappa dei rischi previsti e l'allocazione finale dei contributi pubblici a livello provinciale, normalizzati per 100.000 abitanti. Anno 2023



Fonte: UVI, elaborazione degli autori. Ogni variabile è suddivisa in quattro classi (quartili).

In quale punto della procedura avviene il disallineamento?

Il limitato allineamento tra la mappa del rischio e l'utilizzazione delle risorse ISI per l'anno 2022 è evidente nella fase finale di allocazione dei fondi. Il lavoro valuta se l'assegnazione iniziale risulta maggiormente ispirata alle probabilità di rischio.

L'INAIL assegna infatti i fondi a livello

regionale, trattando separatamente le province autonome di Bolzano e Trento e combinando una quota minima garantita con una quota residua variabile che dipende da diversi criteri (come il tasso storico di applicazione, il numero di dipendenti e la gravità degli infortuni indennizzati).

Viene quindi individuata una dotazione

finanziaria per ciascuna regione, che procede alla pubblicazione del proprio bando. Dopo il click-day l'INAIL redistribuisce le risorse non utilizzate, seguendo i diversi assi, da una regione all'altra.

Esiste una correlazione tra l'indicatore di rischio e l'allocazione dei fondi?

L'analisi rileva che **i criteri utilizzati dall'INAIL per l'assegnazione iniziale delle risorse**

alle regioni sono fortemente allineati con l'indicatore di rischio.

L'allineamento si indebolisce però nell'allocazione finale (tabella 3).

L'utilizzo del click-day e la redistribuzione delle risorse non utilizzate compromettono la possibilità che i finanziamenti raggiungano le zone a più alto rischio.

Tabella 3. Confronto tra indicatori di rischio e allocazione regionale dei fondi pubblici. Anno 2022

Regione	A - Indicatore di rischio previsto per 100.000 abitanti	B- Assegnazione iniziale bando INAIL € per abitante	C- Allocazione finale alle imprese € per abitante	D- Esito variazione
Provincia di Bolzano	2,754	7,481	4,511	diminuzione
Valle d'Aosta	2,390	11,452	5,100	diminuzione -
Provincia di Trento	1,999	6,874	5,971	diminuzione
Basilicata	1,903	10,631	9,811	diminuzione
Umbria	1,885	6,469	7,246	aumento
Molise	1,860	8,981	9,265	aumento
Marche	1,840	7,790	8,928	aumento
Abruzzo	1,748	6,939	7,291	aumento
Toscana	1,742	6,199	7,216	aumento
Calabria	1,699	6,641	6,409	diminuzione
Emilia-Romagna	1,668	5,625	6,373	aumento
Veneto	1,586	5,667	6,541	aumento
Liguria	1,555	5,260	3,718	diminuzione
Campania	1,511	5,280	4,789	diminuzione
Puglia	1,482	4,237	2,955	diminuzione
Piemonte	1,476	5,204	5,942	aumento
Sardegna	1,398	5,832	2,715	diminuzione
Lazio	1,367	6,572	6,275	diminuzione
Sicilia	1,320	4,575	3,313	diminuzione
Lombardia	1,297	5,244	6,127	aumento
Friuli-Venezia Giulia	1,245	4,405	4,617	aumento

Fonte: Elaborazione UVI su dati INAIL. Per i bandi ISI 2022 le erogazioni sono iniziate nel 2023.

Nota. Le regioni sono ordinate in base all'indice di rischio segnalato dalle previsioni automatiche (colonna A). La colonna B registra la dotazione finanziaria, calcolata pro-capite, inizialmente destinata dall'INAIL alle diverse regioni. Nella colonna C è indicata, sempre calcolata pro-capite e per regione, l'effettiva allocazione delle risorse dopo il click-day e la redistribuzione dei fondi non utilizzati. La colonna D, infine, segnala se i fondi effettivamente distribuiti alle aziende sono in aumento o in diminuzione rispetto all'assegnazione iniziale.

È solo una questione di scarsità di fondi?

Tra il 2019 e il 2023 le risorse a disposizione dell'INAIL per i bandi ISI sono aumentate notevolmente. Tutti i diversi algoritmi utilizzati nella ricerca per valutare *ex post* l'impatto di tale incremento indicano però che, **in media, un semplice aumento dei sussidi pubblici non è sufficiente** a ridurre il numero di morti sul lavoro. Aumentare i fondi nelle aree segnalate come ad alto rischio dalle previsioni automatiche ha un invece un impatto **molto più ampio e statisticamente significativo sulla diminuzione dei decessi**.

La conclusione è che **i bandi ISI non sono intrinsecamente inefficaci** ma, per quanto riguarda l'obiettivo specifico della riduzione della mortalità sui luoghi di lavoro, sono limitati da un **targeting inadeguato** e da un'**allocazione errata degli interventi** sul territorio. Se fossero più mirati, avrebbero il potenziale per incidere maggiormente sul fenomeno, in particolare nelle aree più vulnerabili. L'assegnazione di fondi alle imprese tramite il click-day è probabilmente alla base del disallineamento tra il rischio effettivo e la distribuzione finale delle risorse.

Conclusioni

La prevenzione dei decessi sul posto di lavoro, un obiettivo primario della regolamentazione della sicurezza, rimane un problema significativo anche nei paesi più sviluppati. L'elaborazione di nuove soluzioni, la revisione dei criteri di intervento e la definizione di strategie alternative sono necessarie per guidare e integrare le misure esistenti.

L'intelligenza artificiale può contribuire alla progettazione e all'attuazione di politiche sul luogo di lavoro volte ad aumentare la sicurezza e a ridurre i decessi.

Utilizzando l'Italia come caso di studio, è possibile dimostrare che l'accoppiamento della valutazione del rischio basata sull'IA con un approccio basato sul territorio, ed esplicitamente incentrato su dati sulla mortalità, può prevedere con precisione le aree più a rischio. **L'utilizzo di queste "mappe del rischio" può orientare e indirizzare gli interventi**, migliorandone il *targeting*.

L'analisi sui bandi ISI, ad esempio, dimostra che concentrarsi sugli effetti medi in caso di *targeting* imperfetto può limitare l'efficacia della politica. Anche l'apparente mancanza di impatti più ampi è molto probabilmente dovuta

all'errata allocazione degli interventi. Concentrare gli sforzi nelle aree più vulnerabili potrebbe aumentare gli impatti reali della misura.

Il *machine learning* si è dimostrato uno strumento importante per individuare gli hotspot di mortalità, anche se la trasposizione in strumenti operativi di *policy* (Come si individuano le imprese a cui destinare i finanziamenti? Quali dovrebbero essere i requisiti?) non è immediata. La sfida è ora valorizzare l'apporto conoscitivo del ML, strutturando il passaggio dall'identificazione delle aree di rischio agli strumenti operativi.

In ogni caso, **l'approccio basato sulla distribuzione territoriale potrebbe essere applicato a molte altre questioni** come la violenza di genere, i suicidi e la dipendenza dal gioco d'azzardo: la combinazione di strumenti algoritmici con dati sempre più ricchi e granulari permetterebbe di migliorare il *targeting* e individuare i *driver* di questi fenomeni, fornendo un aiuto considerevole per disegnare *policy* efficaci.

Il dossier

Sviluppa un approccio originale basato sull'intelligenza artificiale per l'orientamento territoriale delle politiche pubbliche. Accoppiando le tecniche di *machine learning* con i dati italiani degli incidenti mortali sul lavoro, costruisce una mappa dei rischi e la confronta con l'assegnazione di sussidi pubblici per la sicurezza sul lavoro, scoprendo sovrapposizioni limitate.

Lo studio è stato realizzato da
 AUGUSTO CERQUA, Università Sapienza di Roma
 COSTANZA GIANNANTONI, Università Sapienza di Roma
 MARCO LETTA, Università Sapienza di Roma
 GABRIELE PINTO, Università Sapienza di Roma
 Focus a cura di
 UFFICIO VALUTAZIONE IMPATTO
 Senato della Repubblica
 uvi@senato.it



Quest'opera è distribuita con Licenza
 Creative Commons Attribuzione – Non commerciale –
 Non opere derivate 4.0 Internazionale