



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI ECONOMIA “GIORGIO FUÀ”

Corso di Laurea triennale in ECONOMIA E COMMERCIO

**L'EVOLUZIONE DEL MONITORAGGIO
AZIENDALE NELL'ERA DIGITALE:
DAGLI ASSETTI ADEGUATI AI SISTEMI
DI EARLY WARNING**

**THE EVOLUTION OF BUSINESS
MONITORING IN THE DIGITAL AGE:
FROM APPROPRIATE ASSETS TO
EARLY WARNING SYSTEMS**

Relatore:
Prof. Pietro Maria Putti

Rapporto Finale di:
Valentina Pich

Anno Accademico 2025/2026

Desidero ringraziare la mia famiglia che mi ha sempre motivata e ha sempre creduto in me; Giada e Benedetta, due persone meravigliose che ho avuto la fortuna di conoscere durante questo percorso e con cui ho condiviso ogni passo; e i miei amici, che mi sono stati accanto.

INDICE

INTRODUZIONE.....	1
--------------------------	----------

CAPITOLO 1

L'INQUADRAMENTO GIURIDICO DELLA CRISI D'IMPRESA

1.1 Dinamica e fenomenologia della crisi.....	3
1.2 Indicatori tradizionali e limiti dell'analisi ex post.....	7
1.3 L'azione tempestiva: barriere cognitive e salvaguardia aziendale.....	9

CAPITOLO 2

DIGITALIZZAZIONE E TRASFORMAZIONE DEGLI STRUMENTI

DECISIONALI

2.1 Gestione dei dati e tecnologie per il controllo aziendale.....	12
2.2 Strumenti predittivi e algoritmi di allerta per la crisi.....	16

CAPITOLO 3

MODELLI QUANTITATIVI DI PREVISIONE DELLA CRISI

3.1 Evoluzione e costruzione dei modelli predittivi.....	19
3.2 Dalla teoria alla pratica dei modelli predittivi: il caso Parmalat.....	24

3.3 Limiti e prospettive evolutive del monitoraggio digitale.....	26
CONCLUSIONI.....	30
BIBLIOGRAFIA.....	32

INTRODUZIONE

Oggigiorno le imprese si trovano sempre più spesso ad affrontare situazioni di instabilità che possono andare a compromettere il loro equilibrio economico e finanziario e a mettere a rischio la continuità aziendale¹. Il tema della crisi d'impresa assume infatti un ruolo centrale poiché si studiano quali sono le dinamiche che portano alle difficoltà aziendali e le varie tecniche per prevenirle o gestirle efficacemente.

La crisi, sebbene spesso viene confusa con un evento improvviso, in realtà è un processo progressivo che si sviluppa attraverso dei segnali, che non sempre vengono compresi nell'immediato. Perciò si fa sempre più leva su strumenti e algoritmi di allerta che fungono anche da supporto decisionale.

Il presente elaborato analizza il fenomeno della crisi d'impresa e le trasformazioni che ci sono state negli anni grazie alla digitalizzazione e all'uso di strumenti predittivi.

Il primo capitolo dà un inquadramento teorico della crisi d'impresa, con la relativa definizione, poi le cause e le variabili tradizionali usate per l'analisi, nonché i limiti connessi.

Il focus su il contributo della digitalizzazione alle imprese emerge successivamente nel secondo capitolo, orientato a comprendere quali meccanismi ci sono dietro gli strumenti predittivi e gli algoritmi di allerta, fondamentali per agire tempestivamente sulla crisi.

¹ Cfr. art. 2086 c.c., come riformato dal D.Lgs. n. 14/2019. La norma impone all'imprenditore il dovere di istituire un assetto organizzativo, amministrativo e contabile adeguato alla natura e alle dimensioni dell'impresa.

Da ultimo, il capitolo terzo si concentra sui principali modelli quantitativi di previsione, evidenziandone caratteristiche, modi di applicazione e i limiti.

L'elaborato si conclude con alcune riflessioni finali sul ruolo che gioca, appunto, la tecnologia oggi e i suoi possibili sviluppi futuri nell'ambito della crisi d'impresa.

CAPITOLO 1

L'INQUADRAMENTO GIURIDICO DELLA CRISI D'IMPRESA

1.1 DINAMICA E FENOMENOLOGIA DELLA CRISI

Quella che noi oggi definiamo come “crisi d’impresa” è una nozione che rappresenta il risultato di una lunga evoluzione essendo passati dalla concezione di “fallimento” (brutale manifestazione della sommatoria di una serie di errori fatali nella gestione di una società) a una situazione dove se si riesce ad individuare in tempo le varie criticità che oggi corrispondono ad una serie di indicatori può essere risolta. Infatti, in passato si interveniva solamente quando l’impresa era ormai giunta al suo punto di crisi totale, limitandosi a renderla definitiva ed irreversibile. Oggi, la scelta di politica legislativa è stata quella di cercare di riuscire a prevenire la crisi e ad intervenire al fine di salvare il complesso sistema di interessi che è alla base della società in crisi.

Già nel 2004 la Commissione Europea aveva riscontrato una rilevante criticità: *“Non esiste una definizione comunitaria di impresa in difficoltà. Tuttavia, ai fini dei presenti orientamenti la Commissione ritiene che un’impresa sia in difficoltà quando essa non sia in grado, con le proprie risorse o con le risorse che può ottenere dai proprietari/azionisti o dai creditori, di contenere perdite che, in assenza di un intervento esterno delle autorità pubbliche, la condurrebbero quasi certamente al collasso economico, nel breve o nel medio periodo....”*².

La mancanza di una definizione vera e propria comportava un’inefficienza nella gestione delle difficoltà e nel processo decisionale.

² Commissione Europea, *Orientamenti comunitari sugli aiuti di Stato per il salvataggio e la ristrutturazione di imprese in difficoltà* (2004/C 244/02), in *Gazzetta ufficiale dell'Unione europea*, 1/10/2004

La svolta arriva grazie alla Direttiva (UE) 2019/1023 che ha spostato l'attenzione sulla prevenzione della crisi, permettendo agli Stati membri di lavorare con strumenti di allerta (early warning). Questi segnali sono stati introdotti per far sì che gli imprenditori si rendessero conto delle cause e intervenissero tempestivamente sui problemi di gestione utilizzando le procedure di ristrutturazione.

Queste sono le ragioni che hanno spinto il legislatore italiano a modificare l'art. 2086 del Codice Civile, aggiungendo il secondo comma che impone all'imprenditore l'obbligo di istituire assetti organizzativi, amministrativi e contabili adeguati per rilevare la crisi in anticipo.

La crisi, infatti, non scoppia mai all'improvviso, ma segue un processo di deterioramento di quattro stadi fondamentali.

Il primo stadio è l'incubazione della crisi, momento nel quale l'azienda sembra ancora funzionare, ma sta, invece, iniziando a perdere efficienza o non riesce più a stare al passo con i tempi; in questa fase bisognerebbe intervenire perché il patrimonio dell'impresa è ancora integro, tuttavia spesso non si comprende la gravità della situazione.

Dopodiché troviamo lo stadio dello squilibrio economico, quando dal bilancio risultano i primi segnali di allarme e perdita di competitività sul mercato.

Nonostante i chiari segnali e il fatto che sarebbe opportuno mettere in pratica le procedure di risanamento, l'imprenditore spesso risulta frenato dal timore di compromettere gli assetti organizzativi scegliendo paradossalmente l'inerzia decisionale.

A seguire c'è lo stadio dello squilibrio finanziario ove la crisi diventa evidente poiché l'impresa non ha più la liquidità necessaria per fronteggiare i debiti, generare o assorbire i flussi di cassa ecc. Potrebbe anche essere denominata “fase di occultazione” perché, anziché intervenire sulla crisi, l'imprenditore svia il problema in espansione procrastinando, ancora una volta, la ristrutturazione per evitare allarmismi da parte dei soggetti esterni.

Da ultimo arriva lo stadio dell'insolvenza: l'imprenditore non riesce più a pagare i propri debiti regolarmente e si trova a pagare le conseguenze subite dagli stakeholders.

Molto spesso l'imprenditore si accorge delle difficoltà solo quando vede i sintomi, di solito legati a mancanza di liquidità, ma questi non sono altro che il risultato finale di un lungo processo degenerativo. Bisogna entrare dunque nell'analisi delle cause che conducono il processo alla crisi d'insolvenza, le quali possono variare e dipendere per esempio da disorganizzazioni della produzione, da prodotti poco competitivi sul mercato o da motivi legati a indebitamenti dei clienti.

Come abbiamo visto, l'Art 2086 c.c. insiste sull'importanza di predisporre assetti adeguati in azienda, la quale deve avere un sistema di monitoraggio (un ‘cruscotto’) che misura, grazie agli indicatori chiave di prestazione (KPI), l'andamento delle performance e gli scostamenti rispetto alla fase di pianificazione.³ Questo iter può aiutare l'imprenditore a capire le cause di eventuali problemi di continuità aziendale e mettere in pratica in tempo le giuste azioni correttive.

³ Cfr. S. Marasca, *La redazione di un piano di risanamento*, 2022

Una volta identificati questi segnali, bisogna capire se c'è ancora spazio per una “guarigione” e cioè un lavoro di risanamento sotto la responsabilità di un esperto indipendente. Quest’ultimo è responsabile di una valutazione preliminare, in particolare del test pratico, cioè un rapporto tra l'entità del debito e i flussi di cassa annualmente al servizio del debito per capire se esso sia effettivamente sostenibile⁴.

⁴ Cfr S. Poli, *La sostenibilità del debito ed il test pratico*, 2022

1.2 INDICATORI TRADIZIONALI E LIMITI DELL'ANALISI EX POST

Nel tempo, per verificare l'andamento di un'azienda e la sua performance economica-finanziaria, l'imprenditore faceva affidamento solamente su quelli che il Codice della Crisi d'Impresa e dell'Insolvenza ha nominato "indicatori tradizionali", ovvero dati ottenuti dal bilancio d'esercizio.

Tuttavia ad oggi questi strumenti mostrano dei limiti per quanto riguarda l'anticipazione di uno scenario di crisi, poiché sono elementi di un'analisi "ex post", ovvero una valutazione basata su fatti e dati passati. Per questo motivo, facendo riferimento all'esercizio passato, è probabile che la crisi sia in corso già da tempo e che non sia più possibile intervenire per salvare l'azienda⁵. Come ha ribadito anche il prof Marasca, non si può parlare di un evento improvviso bensì di un lungo processo che passa per delle fasi prima di diventare una crisi finanziaria vera e propria, quindi basarsi solo sullo storico significherebbe accorgersi del problema troppo tardi, quando le cause del declino sono già diventate sintomi di insolvenza, ed ecco spiegata l'analogia con la febbre: proprio come la febbre non è la malattia ma il suo sintomo, la crisi di liquidità è spesso ciò che deriva da "infezioni" più profonde.

Inoltre, gli indici come il rapporto tra mezzi propri e mezzi di terzi o quello di disponibilità evidenziano "quanto" debito esiste in un certo momento, ma non danno informazioni su "come" quel debito verrà rimborsato. Molte imprese, pur chiudendo a fine esercizio con l'utile, possono improvvisamente essere incapaci di adempiere ai propri impegni a causa di un'inefficienza nella gestione dei flussi di cassa e quindi non poter trasformare quell'utile in ricchezza monetariamente disponibile.

⁵ Panelli, G., *La crisi d'impresa*, Milano, 2014

Navarini, G., *La riforma della crisi d'impresa e dell'insolvenza*, in *Rivista di Diritto Societario*, 2019

Il Codice della Crisi, colta questa criticità, ha spostato l'attenzione dal passato a una visione "forward-looking", ovvero verso il futuro, perché non basta più sapere se l'impresa è stata solida nell'esercizio scorso; oggi serve monitorare se l'azienda sarà in grado di generare liquidità nei successivi dodici mesi per coprire le obbligazioni assunte e questo passaggio a una nuova prospettiva implica un “depotenziamento” dell'analisi di bilancio e un'introduzione di strumenti predittivi, accompagnati dal monitoraggio costante dei flussi. L'imprenditore non può limitarsi a una verifica annuale del bilancio, ma deve quindi svolgere un lavoro di reporting che misuri gli scostamenti tra i risultati reali e quelli pianificati prima che le cause si trasformino in sintomi.

Anche il Professor Poli, come già evidenziato nel paragrafo antecedente, osserva che la valutazione del presupposto della continuità aziendale ha bisogno di un test pratico che metta in luce il debito esistente con i flussi di cassa prospettici.

In conclusione, gli indicatori tradizionali, pur essendo dati attendibili, mostrano tutta la loro fragilità se utilizzati come unico strumento di prevenzione, quindi occorrono degli strumenti in grado di contenere il prima possibile i segnali di squilibrio prima che sfocino in una grave insolvenza.

1.3 L'AZIONE TEMPESTIVA: BARRIERE COGNITIVE E SALVAGUARDIA AZIENDALE

Dopo aver parlato dei limiti di un'analisi esclusivamente basata su dati storici dell'azienda, è importante affrontare il tema della tempestività nella gestione della crisi d'impresa. La crisi, come già detto, non si manifesta improvvisamente, ma rappresenta il risultato di un progressivo peggioramento dell'andamento aziendale. Proprio per questo motivo, è decisamente rilevante il fattore tempo, visto che se si interviene durante le prime fasi è maggiormente probabile che il piano di risanamento sia efficace e si allontani il rischio di liquidazione.

Più l'intervento è anticipato, più si può pensare di poter ripristinare l'equilibrio economico-finanziario, senza che le difficoltà si trasformino in insolvenza assodata e quindi non si parla più solo di un'azione correttiva, bensì di una vera e propria strategia di salvaguardia della continuità aziendale.

I benefici dell'agire tempestivamente riguardano non solo il livello microeconomico, ma si riflettono anche da un punto di vista macroeconomico, in quanto vengono tutelati gli interessi di tutti gli stakeholder, quali creditori, fornitori, dipendenti e partner commerciali, che tuttavia potrebbero subire effetti negativi a catena a causa di un progressivo peggioramento della situazione.

Infatti, dal punto di vista macroeconomico, la tempestiva rilevazione della crisi, non solo favorisce un'allocazione delle risorse più efficiente e il contenimento delle perdite di posti di lavoro, ma va anche a preservare il patrimonio delle “risorse invisibili”⁶,

⁶ Paletta (2013)

caratterizzate da assenza di tangibilità e quindi spesso assenti nel bilancio, come la forza lavoro e l'assetto organizzativo.

Per questi motivi, la prevenzione e la gestione anticipata della crisi assumono una rilevanza che va oltre il singolo imprenditore e incidono sulla stabilità di tutto il sistema economico.

Tuttavia, non è così immediato intervenire in tempo perché spesso ci sono degli ostacoli legati al modo di agire dell'imprenditore che spesso tende a negare il problema, a sottovalutare la situazione o a pensare che le difficoltà siano solo passeggere o causate da fattori esterni.

La tempestiva rilevazione può essere frenata da veri e propri errori cognitivi dell'imprenditore, definiti come overconfidence (eccessiva sicurezza) e optimism bias (un eccessivo ottimismo), che lo portano a sottostimare i primi segnali di allarme, convincendolo di poter risolvere la situazione con i dovuti tempi anche quando i dati dicono tutto il contrario. Questo ritardo dal punto di vista psicologico può spingere chi guida l'azienda verso il cosiddetto "gamble for resurrection"⁷, ovvero una sorta di "scommessa per la resurrezione" non appena si accorge che la situazione è all'estremo: finisce dunque per intraprendere scelte gestionali molto rischiose nel tentativo disperato di salvare l'impresa, col rischio però di distruggere il poco valore rimasto a danno dei creditori.

Un altro grande problema è il rapporto con il mercato e le banche, ovvero i prestatori di credito dell'impresa, segnato da forti asimmetrie informative. Se l'imprenditore

⁷ Sul tema degli errori cognitivi del debitore (overconfidence e optimism bias) e sul conseguente rischio di gamble for resurrection dovuto al ritardo nell'emersione della crisi, si veda E. Brodi, *Tempestiva emersione e gestione della crisi d'impresa. Riflessioni sul disegno di un efficiente «sistema di allerta e composizione»*, in Banca d'Italia, Questioni di Economia e Finanza, 2018

nasconde i problemi per paura di perdere i finanziamenti, le banche, a loro volta, quando percepiscono poca trasparenza e poca fiducia, reagiscono riducendo drasticamente i prestiti (credit crunch), quindi se ci si muove troppo tardi per attuare un piano di ristrutturazione, l'impresa non avrà più credibilità agli occhi del mercato.

Ecco perché l'Art. 2086 c.c. obbliga le aziende ad avere un assetto adeguato a rilevare subito lo squilibrio.

Dunque, il motivo per cui si stanno sviluppando ed evolvendo strumenti di analisi e previsione, che verranno approfonditi nei capitoli successivi, è proprio quello di favorire un intervento più precoce.

CAPITOLO 2

DIGITALIZZAZIONE E TRASFORMAZIONE DEGLI STRUMENTI DECISIONALI

2.1 GESTIONE DEI DATI E TECNOLOGIE PER IL CONTROLLO AZIENDALE

Dopo aver analizzato i limiti dell'approccio tradizionale, troppo orientata ai dati del passato, è importante capire come la digitalizzazione stia trasformando in maniera radicale il processo decisionale.

Il primo pilastro di questo cambiamento è l'adozione di diversi nuovi sistemi di tecnologia avanzata, come il sistema ERP (Enterprise Resource Planning), che centralizza tutti i dati dei reparti in questo database integrativo di molteplici funzioni, quali produzione, acquisti, vendita, logistica, contabilità ecc. che va quindi a collegare le unità aziendali favorendo la comunicazione tra esse e informandole in tempo reale circa nuove operazioni. In questo modo si evita la duplicazione dei dati.

Al contrario degli indicatori tradizionali, che si trattano, come già detto, di strumenti puramente informativi, questi nuovi software che utilizzano funzioni di business intelligence partecipano attivamente al processo decisionale poiché il loro compito consiste principalmente nell'analizzare il lavoro di gestione aziendale suggerendo quali operazioni andare a compiere al fine di migliorare l'efficienza. Così facendo, i responsabili delle unità aziendali possono essere sempre posti all'occorrenza riguardo la

soppravvenienza di eventuali problemi, consultando i reporting, e prendere nuove decisioni.

Ciò che fa la differenza con la gestione tradizionale è proprio il fatto che il sistema ERP unisce tutta l'organizzazione e quindi non è più sufficiente intervenire su il singolo problema legato ad un'area, se non si toccano anche le altre attività dell'impresa.

Tuttavia, i sistemi ERP, pur dando una visione globale dell'organizzazione, a volte non bastano ed è importante parlare anche di altri software, ad esempio i MES (Manufacturing Execution System), che si focalizzano nello specifico sul processo di produzione.

Inoltre, il vero cambiamento avviene quando l'azienda impara a gestire non solo i propri documenti interni, ma tutta la mole di informazioni prodotta costantemente dall'attività d'impresa, ovvero i Big Data che permettono di passare da un approccio intuitivo a uno più approfondito che entra nell'analisi concreta dei dati. Per questo, l'Intelligenza Artificiale può essere descritta come un potentissimo strumento di analisi capace di processare migliaia di dati ogni secondo e con il fine di renderli finalmente leggibili e ordinati per i manager.

Questo approccio dunque permette di superare il “buon senso” dell'imprenditore, che rimane pur sempre soggettivo, nonostante si basi sull'esperienza, perché è spesso condizionato da pregiudizi o da una visione non globale. Grazie all'Intelligenza Artificiale, i dati non sono più puramente numeri, ma si trasformano in informazioni strategiche che possono essere consultati in tempo reale. Ad esempio, il sistema può incrociare allo stesso tempo l'aumento dei costi delle materie prime con l'effettiva

redditività di ogni singolo prodotto, arrivando subito a capire in quali aree l'azienda sta perdendo efficienza.

In questa fase, la tecnologia non si occupa ancora di “prevedere” il futuro, ma di garantire che l'imprenditore abbia una visione profonda e completa di ciò che accade giorno dopo giorno all'interno dell'organizzazione per evitare che piccoli segnali di inefficienza, se trascurati, si trasformino nel tempo in problemi molto complicati da risolvere e per evitare di basare le scelte su dati incompleti o riguardanti situazioni del passato.

L'Intelligenza Artificiale, andando a automatizzare le analisi complesse, riduce significativamente il margine di errore umano e i tempi di preparazione dei report, che prima richiedevano giorni di lavoro su fogli Excel.

Questo processo analitico che è svolto dall'IA dà la possibilità ai manager di concentrarsi maggiormente sul monitoraggio costante della salute dell'azienda attraverso l'utilizzo dei KPI (Key Performance Indicators). Questi indicatori sono il risultato del lavoro che l'Intelligenza Artificiale compie sui Big Data che forniscono una grande quantità di informazioni grezze, poiché, rielaborandole, riesce ad estrapolare gli indicatori chiave di prestazione che saranno utili all'imprenditore per capire l'andamento aziendale in base al raggiungimento o meno degli obiettivi prefissati. Grazie all'aiuto di questi indici, che sono numerosi e classificabili in base all'area, l'imprenditore può monitorare costantemente gli aspetti più critici che spesso sfuggono nel caos della gestione quotidiana, come la velocità di rotazione del magazzino, il margine operativo per ogni commessa, l'indice di disponibilità liquide immediate...

Questo controllo costante permette di intervenire con precisione nel caso di scostamenti, sintomo di inefficienze, trasformando la tecnologia da un semplice supporto a un vero e proprio sistema di guida strategica, necessario per mantenere stabili gli assetti aziendali.

2.2 STRUMENTI PREDITTIVI E ALGORITMI DI ALLERTA PER LA CRISI

Alla luce di quanto evidenziato in precedenza, con particolare riguardo alle criticità tipiche dei modelli tradizionali, il cambiamento verso una prevenzione efficace della crisi d'impresa risiede nell'adozione di sistemi di Early Warning (allerta precoce) basati sull'Intelligenza Artificiale.

Il rischio dell'informativa di bilancio classica, infatti, potrebbe concentrarsi nel fatto che lo stato di declino venga rilevato solo quando le perdite hanno già intaccato il patrimonio aziendale in maniera significativa e, dunque, l'integrazione di algoritmi di allerta permette di scardinare questo modello puramente reattivo attraverso il lavoro del Machine Learning, il quale consente al sistema di non limitarsi a solo una mera esecuzione di calcoli già impostati, bensì di "apprendere" autonomamente dai dati passati e correnti, di natura diversa e fuori dalla portata delle capacità umane.

Di questo passo, gli indici quantitativi di settore e i parametri della sostenibilità del debito individuati dalla prassi professionali, quali il Debt Service Coverage Ratio (DSCR) o gli indici di squilibrio patrimoniale, finanziario e reddituale⁸, non sono più misurazioni statiche, bensì modelli predittivi dinamici. Con le capacità del Machine Learning di analizzare i rischi ricorrenti, la tecnologia è in grado di proiettare l'andamento aziendale in una dimensione forward-looking, ovvero rivolta al futuro, individuando quelli che sono i "segnali deboli" che sfuggirebbero a un'analisi manuale e correggendo i cosiddetti "bias cognitivi" degli imprenditori o amministratori che a

⁸ Consiglio Nazionale dei Dottori Commercialisti e degli Esperti Contabili (CNDCEC) (2019). *Gli indici dell'allerta ex art. 13, co. 2 Codice della Crisi e dell'Insolvenza*.

volte arrivano a giudizi errati impedendogli di riconoscere ed esternalizzare la crisi, quindi non sempre una carenza informativa ne è la causa.

Possiamo parlare di Decision Support System (DSS)⁹ per far riferimento a questo sistema di allerta predittivo che contribuisce alla sintesi di informazioni da cui attingere in azienda, in quanto il Machine Learning separa una tensione finanziaria momentanea da una potenziale crisi, e questo, eventualmente, permette all'impresa di attivare i piani di risanamento in una fase in cui il patrimonio è ancora integro.

La prassi professionale contabile sottolinea come la validità di un indice non emerge dalla sua singola applicazione, ma dalla capacità di generare un complesso sistema di segnalazione che risulta attendibile e tempestivo per ogni realtà specifica dell'impresa, attraverso una sequenza logica di osservazione per misurare la sostenibilità del debito e la continuità aziendale.

Il sistema aziendale, dunque, deve essere in grado di analizzare costantemente i flussi di cassa e valutare se è capace di adempiere agli impegni finanziari nei sei mesi successivi, altrimenti occorre passare all'esame di indici che segnalano eventuali squilibri patrimoniali o reddituali.

L'utilizzo di strumenti digitali risponde proprio a questa esigenza di tempestività, permettendo di superare le difficoltà legate ai diversi settori economici, poiché ognuno di essi presenta dinamiche di rischio e soglie di allerta differenti tra loro e l'Intelligenza Artificiale è in grado di automatizzare il monitoraggio di parametri specifici facendo sì che le rilevazioni siano costantemente aggiornate e non condizionate dai tempi di

⁹ Di Martino, M. (2024). *Intelligenza artificiale e sistemi di segnalazione della crisi d'impresa*. De Iustitia, ISSN 2974-7562.

elaborazione del bilancio. In questo modo, il sistema di Early Warning non si tratta più di un solo obbligo di legge o di un costo aggiuntivo, ma diventa il fulcro centrale dell'assetto organizzativo moderno.

CAPITOLO 3

MODELLI QUANTITATIVI DI PREVISIONE DELLA CRISI

3.1 EVOLUZIONE E COSTRUZIONE DEI MODELLI PREDITTIVI

Negli ultimi anni, il mondo della finanza aziendale è stato stravolto da un grande cambiamento: l'introduzione del nuovo Codice della Crisi d'Impresa (D.lgs. 14/2019), che sostituisce la Legge Fallimentare del 1942 e cambia la concezione di quella che oggi definiamo "crisi". All'art. 2, infatti, il legislatore indica che non bisogna aspettare che un'azienda fallisca per intervenire, bensì bisogna agire non appena i flussi di cassa previsti non sono sufficienti per coprire i propri debiti. In pratica, si è passati da un controllo del passato a uno sguardo rivolto al futuro e l'obiettivo è rilevare i problemi in anticipo per cercare di salvaguardare la continuità aziendale e, se non fosse possibile, evitare che il dissesto inneschi una reazione a catena su tutti i soggetti coinvolti (gli stakeholder), dai dipendenti alle banche.

Per percorrere il processo evolutivo fino ad oggi, l'elaborato parte dalle origini, ovvero i primi modelli di previsione delle insolvenze degli anni '60, i quali si ponevano l'obiettivo di individuare un legame tra gli indicatori di bilancio, i cosiddetti variabili-indicatori (VI), e il comportamento delle aziende, indicate come individuo-azienda (IA).

Tra i primi che approfondiscono l'analisi attraverso un approccio "univariato", possiamo citare William Beaver, poiché il suo metodo consisteva nel selezionare alcuni indici di bilancio e, per ognuno, veniva analizzata la capacità di anticipare l'insolvenza. Beaver fu in grado di dimostrare statisticamente che la crisi non è un evento improvviso e imprevedibile, ma un processo graduale che emerge dai dati contabili già anni prima

dello scoppio della crisi. Tuttavia, nonostante l'importanza di queste scoperte, il modello presentava un limite: la "frammentarietà di giudizio"¹⁰. In pratica, prendendo un indice alla volta, non si potevano comprendere a pieno le complessità tra le diverse aree della gestione aziendale e dunque, spesso si arrivava a una conclusione parziale o, peggio, a errori di classificazione.

Come superamento di questo limite, abbiamo il passaggio a un'analisi di tipo multivariato, con la quale assume un ruolo importante lo Z-Score di Edward Altman, economista statunitense, che propose una vera e propria matrice di dati che combina cinque variabili chiave, indicate come X1, X2, X3, X4 e X5, ognuna delle quali analizza un parametro della salute aziendale:

$$X1 = \text{capitale operativo} / \text{totale attività}$$

Questo indice misura la liquidità disponibile in azienda in rapporto alla sua capitalizzazione totale. Un capitale circolante positivo indica la capacità dell'azienda di far fronte ai propri impegni a breve termine con le proprie attività correnti.

$$X2 = \text{utili trattenuti} / \text{totale attività}$$

Questo indice esprime la redditività cumulata nel tempo e la sua capacità di autofinanziarsi, quindi un valore elevato significa che l'azienda ha accumulato abbastanza profitto da poter creare una riserva da utilizzare durante fasi di crisi.

$$X3 = \text{EBIT} / \text{totale attività}$$

¹⁰ C. Quintano, *Taluni aspetti di impostazione metodologica e informatico-applicativi in tema di Modelli di Previsione delle Insolvenze*, in S. Ecchia (a cura di), *Il rischio di credito*, G. Giappichelli Editore, Torino, 2012, p. 2

Questo rapporto è particolarmente significativo poiché misura la produttività delle attività dell'azienda, ovvero la capacità di generare profitto nella gestione caratteristica, indipendentemente dai debiti o dalle spese fiscali.

$$X4 = \text{valore di mercato dell'equity} / \text{valore contabile delle passività}$$

L'indice X4 confronta il valore di mercato dell'azienda con l'indebitamento e dunque mostra di quanto si può ridurre il valore dell'azienda prima che le passività eccedano le attività e rischiare l'insolvenza.

$$X5 = \text{ricavi operativi} / \text{totale attività}$$

Questo indice è di natura finanziaria poiché indica la capacità di generare ricavi con le risorse che l'azienda ha a disposizione e il livello di competitività sul mercato.

Successivamente Altman individua i Cut-off Scores, valori che permettono di classificare le imprese in tre aree di rischio: la "safe zone" identifica le aziende solide, in cui lo Z-Score deve essere maggiore di 2,99, poi troviamo la "grey zone" che segnala un'area incerta tra 1,81 e 2,99, la quale richiede un monitoraggio costante viste le condizioni non ancora chiare circa le possibilità future di risanarsi e, per ultimo, la "distress zone", ovvero l'effettiva area di crisi con Z minore o uguale a 1,80.

Per garantire la tempestività a prevenzione della crisi, il Consiglio Nazionale dei Dottori Commercialisti e degli Esperti Contabili (CNDCEC) ha elaborato un sistema di allerta che va oltre la mera consultazione dei dati di bilancio ex-post costituito da una moltitudine di indici da confrontare in azienda con sguardo volto verso il futuro.

Al vertice di questa piramide troviamo il Debt Service Coverage Ratio (DSCR), un indice che non analizza i dati storici, ma valuta la capacità dell'impresa di fronteggiare i propri impegni nei sei mesi successivi analizzando i flussi di cassa attesi.

Questo approccio permette di trasformare quella che un tempo era una semplice formula in un vero e proprio processo di analisi attraverso il monitoraggio, il quale non si limita più a osservare dei dati del passato, ormai consolidati e non più modificabili, ma li elabora in modo costante e aggiornato.

La costruzione del modello moderno si concentra infatti a individuare lo squilibrio finanziario proprio nel momento in cui esso si genera poiché risulta capace di segnalare all'imprenditore se la strada intrapresa porterà a una mancanza di liquidità nei mesi successivi o meno. A differenza dei modelli tradizionali, come quello di Altman, tali modelli predittivi garantiscono una tempestività che permette di intervenire quando il problema è ancora gestibile e non si è ancora trasformato in un dissesto insuperabile.

Questa impostazione è fondamentale per capire come funzionano i modelli nella vita delle aziende, dunque nel prossimo paragrafo ci occuperemo di alcuni esempi pratici.

3.2 DALLA TEORIA ALLA PRATICA DEI MODELLI PREDITTIVI: IL CASO PARMALAT

Con il presente paragrafo, dopo aver affrontato i modelli di previsione della crisi dal punto di vista teorico, tra cui quello di Beaver e quello di Altman, è possibile passare alla loro applicazione a casi reali per valutarne l'effettiva capacità predittiva e gli eventuali limiti, come quello Parmalat.

Pertanto, è molto importante vedere come vengono messi in pratica tali modelli nell'ambito della finanza aziendale per capire se gli strumenti teorici siano effettivamente capaci di individuare tempestivamente situazioni di squilibrio economico e finanziario oppure se siano efficaci solo quando le informazioni sono complete e trasparenti¹¹.

Tra i vari casi più significativi di crisi aziendale a livello europeo vi è il caso Parmalat, il cui collasso avvenne nei primi anni 2000, anni che segnarono una profonda crisi di liquidità per il gruppo e, a seguire, grandi irregolarità nella rappresentazione del bilancio che hanno alterato la reale situazione economica dell'impresa.

Secondo quanto evidenziano le analisi in letteratura, il caso Parmalat non può essere descritto solo come una crisi di natura finanziaria, ma anche come un esempio vero e proprio di “financial deception”, ovvero di manipolazione dell'informazione contabile,

¹¹ Rashid, F., Khan, R. A., Qureshi, I. H., *The Altman Z-Score Model: A Comprehensive Review of Financial Distress Prediction*, SSRN, 2024

che ha portato a subire ripercussioni sulla fiducia degli investitori e sulla stabilità del sistema finanziario¹².

A posteriori, è possibile ipotizzare che se fosse stato applicato al caso Parmalat il modello di Altman, si sarebbero potuti ottenere chiari segnali di deterioramento della struttura finanziaria e della gestione operativa.

Tuttavia, occorre ricordare che l'efficacia del modello Z-Score è strettamente legata alla qualità dei dati utilizzati, ciò significa che in presenza di informazioni contabili alterate anche la capacità predittiva del modello ne è compromessa e, di conseguenza, viene meno la sua affidabilità come strumento di early warning system¹³.

Studi recenti confermano infatti che il modello di Altman, pur essendo molto utilizzato nella pratica in azienda, non è in grado di correggere informazioni fuorvianti derivanti da frodi contabili, ed ecco perché il caso Parmalat spiega uno dei principali limiti dei modelli predittivi basati su dati di bilancio.

La crisi Parmalat, perciò, non è stata causata soltanto da squilibri economici, ma anche da una manipolazione delle informazioni contabili che ha fatto sì che gli stakeholder percepissero il rischio in tempi avanzati¹⁴. Questo dice ancora di più quanto i modelli predittivi non bastino da soli, bensì debbano essere integrati con opportune valutazioni qualitative.

Inoltre, il modello di Altman è spesso utilizzato nell'analisi del rischio di insolvenza, soprattutto per la valutazione della solidità finanziaria delle imprese e per quanto

¹² Parmalat, *The Parmalat Scandal: An Analysis of Financial Deception and Its Implications for Global Business*, ResearchGate, 2024

¹³ Edward I. Altman, *Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy*, 1968

¹⁴ Consulich, F., *Manipolazione del mercato e caso Parmalat*, in Sistemapenale.it, 2024

riguarda l'individuazione di possibili situazioni di difficoltà economica¹⁵; tuttavia si deve procedere con cautela con cautela, in quanto il risultato finale dipende in gran parte dalla trasparenza e dalla correttezza dei dati contabili utilizzati.

¹⁵ Rashid, F., Khan, R. A., Qureshi, I. H., *The Altman Z-Score Model: A Comprehensive Review of Financial Distress Prediction*, SSRN, 2024

3.3 LIMITI E PROSPETTIVE EVOLUTIVE DEL MONITORAGGIO DIGITALE

L'introduzione di sistemi di monitoraggio basati su tecnologie avanzate, già trattati nei paragrafi precedenti, ha segnato un passo importante per il superamento di alcuni limiti che in passato non permettevano di gestire la crisi d'impresa in via anticipatoria. Tuttavia, tale evoluzione non consente ancora di risolvere tutte le criticità dei modelli predittivi, come la complessità di unire dati provenienti da fonti differenti tra loro e caratterizzati da diversi livelli di affidabilità. La gestione di questi flussi informativi, pertanto, richiede lunghi processi articolati che, tuttavia, a volte possono generare delle incoerenze nelle analisi e nella valutazione dei risultati¹⁶.

Oltre a questo, esiste un altro tipo di limite che riguarda la dimensione organizzativa dell'impresa. Infatti, per usare strumenti digitali avanzati non basta realizzare degli investimenti tecnici o acquistare nuovi software, ma occorre un vero e proprio cambiamento nei processi decisionali dei manager, ai quali sono richieste competenze specifiche e conoscenze sull'utilizzo dei dati. Senza questo cambiamento culturale, la tecnologia, pur avanzata, non è efficace e tutte le informazioni ricavate da questi strumenti rischiano di rimanere inutilizzate.

Uno dei limiti più critici sorge in fase di valutazione dei risultati ottenuti, quando si crea il problema della "black box"¹⁷, che riguarda proprio gli algoritmi in grado di elaborare

¹⁶ Trevor Hastie, R. Tibshirani, J. Friedman, *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, Springer, 2009.

¹⁷ Marco Moscatelli, F. Parlapiano, G. Cascarino, *Explainable Artificial Intelligence: Interpreting Default Forecasting Models Based on Machine Learning*, Banca d'Italia, 2022.

una elevatissima quantità di relazioni tra dati in un modo così complesso da rendere il procedimento quasi impossibile da decifrare dai manager, i quali ottengono risposte sulla salute dell'azienda ma, in un caso di crisi, ad essi non verranno forniti i motivi per i quali l'azienda è a rischio. Dunque, per superare tale limite, le autorità di vigilanza si stanno focalizzando sulla XAI (Explainable Artificial Intelligence), ovvero un'intelligenza artificiale "spiegabile" che è in grado di rendere trasparenti i percorsi logici che seguono i vari segnali di allerta per aiutare i manager a capire le motivazioni economiche e di conseguenza a prendere le giuste decisioni.

Infine, esiste un problema di adattabilità dei modelli predittivi ai diversi contesti, poiché sistemi sviluppati in determinati ambienti economici possono non risultare del tutto efficaci se vengono applicati a realtà differenti e, di conseguenza, è necessario un aggiornamento costante degli strumenti utilizzati¹⁸.

Nonostante tutti i limiti appena descritti, ci si sta avvicinando a modelli digitali sempre più completi e dinamici capaci di elaborare informazioni provenienti da fonti diverse e di individuare relazioni complesse tra variabili economiche e finanziarie, attraverso accurate analisi dei dati.

Un ulteriore sviluppo riguarda l'evoluzione dei sistemi di supporto alle decisioni (Decision Support System), che stanno assumendo un ruolo sempre più importante nei processi aziendali, dove l'obiettivo non è soltanto quello di fornire indicatori di rischio, a differenza degli strumenti tradizionali, ma di integrare tutte le informazioni disponibili

¹⁸ Timothy Shumway, *Forecasting Bankruptcy More Accurately: A Simple Hazard Model*, Journal of Business, 2001

in modo da supportare le scelte strategiche dell'impresa¹⁹. Questo permette ai DSS di adattarsi continuamente ai cambiamenti del contesto economico-finanziario e migliorare il processo decisionale attraverso l'analisi costante dei dati e dei risultati ottenuti. Inoltre, è molto importante sottolineare che l'intervento dell'uomo non viene eliminato, ma affianca il lavoro della machine learning, in quanto si concentra a supervisionarlo e a verificare i risultati dei modelli. Per questo si viene a creare un trade-off tra la capacità predittiva e i costi di controllo dei modelli utilizzati.

Questi costi sono legati all'attività di monitoraggio che è un processo di controllo costante delle performance aziendali per poter individuare tempestivamente eventuali segnali di squilibri e per intervenire prima che si giunga a una situazione di insolvenza²⁰.

In aggiunta, bisogna ricordare che è necessario consultare più fonti al fine di ottenere le informazioni che vanno ad affiancare i dati tradizionali e ad arricchire il processo di analisi per una visione più completa della situazione aziendale²¹.

Lo sviluppo delle tecnologie Fintech ha permesso di rendere i processi di valutazione del rischio non solo più accurati, ma anche molto più rapidi grazie all'elaborazione dei segnali di allerta in tempo reale, infatti queste tecnologie consentono di intercettare i primi sintomi di una possibile crisi con un anticipo che sarebbe impossibile ottenere utilizzando soltanto i vecchi strumenti di analisi²². Tuttavia, bisogna considerare che

¹⁹ Sergio Alonso, J. M. Carbó, *Machine Learning in Credit Risk: Measuring the Dilemma between Prediction and Supervisory Cost*, Banco de España, 2020.

²⁰ Marco Moscatelli, *Corporate Default Forecasting with Machine Learning*, Banca d'Italia, 2019.

²¹ Tobias Berg, V. Burg, A. Gombovic, M. Puri, *On the Rise of Fintechs: Credit Scoring Using Digital Footprints*, The Review of Financial Studies, 2020.

²² Bart Baesens, S. Viaene, T. Van Gestel, M. Stepanova, *Benchmarking State-of-the-Art Classification Algorithms for Credit Scoring*, Journal of the Operational Research Society, 2003

gestire una mole così elevata di informazioni richiede una certa attenzione ai dati e al rispetto della privacy, quindi sono molto importanti la trasparenza e la sicurezza del sistema informativo aziendale.

CONCLUSIONI

Il presente elaborato ha evidenziato come la digitalizzazione e l'evoluzione normativa stiano trasformando in maniera profonda la gestione della crisi d'impresa, con un passaggio da un'analisi ex post ad una preventiva e tempestiva, la quale, ad oggi, rappresenta un obbligo organizzativo espresso nella riforma dell'art. 2086 c.c. che impone assetti adeguati per rilevare tempestivamente lo stato di crisi.

Ad oggi, il monitoraggio della crisi passa a essere da una semplice funzione di verifica degli indici di allerta a una vera e propria funzione strategica indispensabile per la salvaguardia della continuità aziendale.

Come si è visto, gli indicatori tradizionali basati esclusivamente sui dati di bilancio mostrano limiti significativi, agendo spesso come sintomi di un'insolvenza che già è in atto e, nello specifico, il caso Parmalat ha dimostrato proprio il fatto che tali modelli possano a volte essere inaffidabili a causa di una scarsa qualità o una manipolazione delle informazioni contabili.

Per questo motivo serve l'utilizzo di tecnologie avanzate, come i sistemi ERP, il Machine Learning e i Decision Support System (DSS), che permettono di processare non solo dati storici, ma anche informazioni in tempo reale e fonti alternative per avere una visione forward-looking, volta a proteggere la continuità aziendale.

Tuttavia, la tecnologia non può essere considerata la strada più sicura perché priva di rischi, anzi, al contrario, possono incombere delle criticità, come il problema della "black box", che richiede lo sviluppo di un'intelligenza artificiale spiegabile (XAI) per

rendere i segnali di allerta comprensibili e utilizzabili dai manager. A tal fine, è necessario un cambiamento dal punto di vista culturale e organizzativo dell'impresa, poiché, senza competenze specifiche e una giusta interpretazione umana, i dati rischiano di rimanere inutilizzati.

Nonostante il fatto che la tecnologia riduca il margine di errore e acceleri il processo di individuazione dei "segnali deboli", l'intervento umano è fondamentale per la supervisione dei modelli e la scelta di decisioni complesse.

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

<https://www.mondainipartners.com/cosa-si-intende-esattamente-i-4-stadi-della-difficolta-serie-impresa-in-difficolta/>

<https://blog.catamacro.com/efficienza-aziendale/efficienza-produttiva-come-monitorarla-con-un-erp>

<https://www.fluentis.com/it/blog/software-erp/>

<https://www.uno-sistemi.it/erp-management/differenza-tra-software-erp-e-gestionale/>

<https://www.lokky.it/blog/imprese/ottimizzazione-aziendale-intelligenza-artificiale-big-data/>

<https://tinnovamag.com/misurare-il-successo-con-gli-indicatori-di-performance/>

ALONSO S., CARBÓ J. M., *Machine Learning in Credit Risk: Measuring the Dilemma between Prediction and Supervisory Cost*, Banco de España, 2020.

ALTMAN E. I., *Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy*, 1968.

BAESENS B., VIAENE S., VAN GESTEL I., STEPANOVA M., 'Benchmarking State-of-the-Art Classification Algorithms for Credit Scoring', *Journal of the Operational Research Society*, 2003.

BERG T., BURG V., GOMBOVIC A., PURI M., "On the Rise of Fintechs: Credit Scoring Using Digital Footprints", *The Review of Financial Studies*, 2020.

BRODI E., "Tempestiva emersione e gestione della crisi d'impresa. Riflessioni sul disegno di un efficiente «sistema di allerta e composizione»", in *Banca d'Italia, Questioni di Economia e Finanza*, 2018.

CONSIGLIO NAZIONALE DEI DOTTORI COMMERCIALISTI E DEGLI ESPERTI CONTABILI (CNDCEC), *Gli indici dell'allerta ex art. 13, co. 2 Codice della Crisi e dell'Insolvenza*, 2019.

CONSULICH E. "Manipolazione del mercato e caso Parmalat", in *Sistemapenale.it*, 2024.

DI MARTINO M., "Intelligenza artificiale e sistemi di segnalazione della crisi d'impresa", *De Iustitia*, ISSN 2974-7562, 2024.

HASTIE I., TIBSHIRANI R., FRIEDMAN J., *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*, Springer, 2009.

MARASCA S., *La redazione di un piano di risanamento*, 2022.

MOSCATELLI M., *Corporate Default Forecasting with Machine Learning*, Banca d'Italia, 2019.

MOSCATELLI M., PARLAPIANO E., CASCARINO G., *Explainable Artificial Intelligence: Interpreting Default Forecasting Models Based on Machine Learning*, Banca d'Italia, 2022.

NAVARINI G., "La riforma della crisi d'impresa e dell' insolvenza", in *Rivista di Diritto Societario*, 2019.

PANELLI G., *La crisi d'impresa*, Milano, 2014.

POLI S., *La sostenibilità del debito ed il test pratico*, 2022.

QUINTANO C., "Taluni aspetti di impostazione metodologica e informatico-applicativi in tema di Modelli di Previsione delle Insolvenze", in S. Ecchia (a cura di), *Il rischio di credito*, G. Giappichelli Editore, Torino, 2012.

RASHID E., KHAN R. A., QURESHI I. H., *The Altman Z-Score Model: A Comprehensive Review of Financial Distress Prediction*, SSRN, 2024.

RESEARCHGATE, *The Parmalat Scandal: An Analysis of Financial Deception and Its Implications for Global Business*, 2024.

SHUMWAY T., "Forecasting Bankruptcy More Accurately: A Simple Hazard Model", *Journal of Business*, 2001.