



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Dipartimento di Informatica – Scienza e Ingegneria

Corso di Laurea in Ingegneria Informatica

**Cybersecurity e finanza:
analisi e studio delle conseguenze
finanziarie degli attacchi informatici
sulle aziende**

Relatore:

Prof. Dr. Marco Prandini

Presentata da:

Leonardo Ciacco

Correlatore:

Dr. Alessandro Vannini

Appello unico

Anno Accademico 2024/2025

*A chi mi sta vicino,
chi quotidianamente,
chi sporadicamente,
vi penso e vi voglio bene*

Indice

Elenco delle Figure	v
Elenco delle Tabelle	vii
1 Introduzione	1
2 Analisi dello stato dell'arte e del contesto	2
2.1 Tipologie di attacco	3
2.1.1 Ransomware	3
2.1.2 Malware	3
2.1.3 Ingegneria sociale	4
2.1.4 Violazioni di dati	4
2.1.5 Minacce alla disponibilità: DoS	5
2.1.6 Minacce alla disponibilità: minacce ad Internet	5
2.1.7 Manipolazione delle informazioni	5
2.1.8 Attacchi alla catena di fornitura	5
2.2 Contesto economico	6
2.3 Metodologia	7
3 Attacchi e conseguenze finanziarie	8
3.1 Sony Playstation Network (2011)	8
3.1.1 Descrizione	8
3.1.2 Impatto diretto	8
3.1.3 Impatto indiretto	9

3.1.4	Note	10
3.2	Target (2013)	10
3.2.1	Descrizione	10
3.2.2	Impatto diretto	11
3.2.3	Impatto indiretto	11
3.3	Sony Pictures (2014)	12
3.3.1	Descrizione	12
3.3.2	Impatto diretto	12
3.3.3	Impatto indiretto	13
3.3.4	Note	14
3.4	Yahoo (2013, 2014)	14
3.4.1	Descrizione	14
3.4.2	Impatto diretto	15
3.4.3	Impatto indiretto	15
3.4.4	Note	16
3.5	Uber (2016, 2022)	16
3.5.1	Attacco del 2016	16
3.5.2	Attacco del 2022	17
3.6	FedEx - NotPetya (2017)	19
3.6.1	Descrizione	19
3.6.2	Impatto diretto	20
3.6.3	Impatto indiretto	20
3.6.4	Note	21
3.7	Equifax (2017)	21
3.7.1	Descrizione	21
3.7.2	Impatto diretto	22
3.7.3	Impatto indiretto	22
3.7.4	Note	23
3.8	British Airways (2018)	23
3.8.1	Descrizione	23
3.8.2	Impatto diretto	24

3.8.3	Impatto indiretto	24
3.9	Marriot International (2018)	25
3.9.1	Descrizione	25
3.9.2	Impatto diretto	25
3.9.3	Impatto indiretto	26
3.9.4	Note	27
3.10	Capital One (2019)	27
3.10.1	Descrizione	27
3.10.2	Impatto diretto	28
3.10.3	Impatto indiretto	28
3.10.4	Note	29
3.11	SolarWinds (2020)	29
3.11.1	Descrizione	29
3.11.2	Impatto diretto	30
3.11.3	Impatto indiretto	30
3.12	Colonial Pipeline (2021)	31
3.12.1	Descrizione	31
3.12.2	Impatto diretto	31
3.12.3	Impatto indiretto	31
3.13	MGM Resorts (2023)	31
3.13.1	Descrizione	31
3.13.2	Impatto diretto	32
3.13.3	Impatto indiretto	32
3.13.4	Note	34
3.14	Change Healthcare (2024)	34
3.14.1	Descrizione	34
3.14.2	Impatto diretto	34
3.14.3	Impatto indiretto	35
4	Analisi dei dati aggregati	37
4.1	Note	38
4.2	Dati linearizzati	39

4.2.1	EBITDA	39
4.2.2	Azioni	40
4.3	Considerazioni	41
5	Conclusioni	42
	Bibliografia	43

Elenco delle Figure

3.1	Grafico Sony PSN short	9
3.2	Grafico Sony PSN long	10
3.3	Grafico Target short	11
3.4	Grafico Target long	12
3.5	Grafico Sony Pic short	13
3.6	Grafico Sony Pic long	14
3.7	Grafico Yahoo short	15
3.8	Grafico Verizon (Yahoo) long	16
3.9	Grafico Uber 2022 short	18
3.10	Grafico Uber 2022 long	19
3.11	Grafico FedEx NotPetya short	20
3.12	Grafico FedEx NotPetya long	21
3.13	Grafico Equifax short	22
3.14	Grafico Equifax long	23
3.15	Grafico British Airways short	24
3.16	Grafico British Airways long	25
3.17	Grafico Marriott short	26
3.18	Grafico Marriott long	27
3.19	Grafico Capital One short	28
3.20	Grafico Capital One long	29
3.21	Grafico SolarWinds	30
3.22	Grafico MGM Resorts short	33
3.23	Grafico MGM Resorts long	33

3.24	Grafico Change Healthcare short	35
3.25	Grafico Change Healthcare long	36
4.1	Confronto EBITDA	39
a	Grafico linearizzato EBITDA	39
b	Grafico linearizzato EBITDA corretto	39
4.2	Grafico linearizzato azioni	40

Elenco delle Tabelle

4.1	Tabella comparativa	37
-----	-------------------------------	----

Capitolo 1

Introduzione

Il pericolo degli attacchi informatici è tristemente noto, ciò che viene spesso trascurato e l'impatto concreto e misurabile sui piani economico e finanziario. Oltre alle spese di ripristino concorrono al danno concreto anche perdita di fiducia, valore di mercato e stabilità dell'organizzazione. Si tratta di aspetti che potrebbero non trovare sufficiente spazio nelle analisi divulgative, ma che costituiscono un elemento cruciale delle conseguenze di un attacco informatico.

Tramite l'analisi di 15 casi di studio, questo elaborato si propone di fornire un dato reale che aiuti a diffondere una maggiore consapevolezza in materia. Nel capitolo 2 si trova una analisi dello Stato dell'Arte che illustra il panorama degli attacchi informatici, è fondamentale per avere gli strumenti necessari alla comprensione degli elementi base della sicurezza informatica e funge da cornice teorica con lo scopo di inquadrare al meglio i dati presentati a seguire. Saranno quindi sviscerati i singoli casi nel capitolo 3, prendendo in esame i costi diretti ed indiretti, insieme alle informazioni di contesto necessarie. L'obiettivo sarà anche quello di chiarire le dinamiche attraverso cui le conseguenze economiche si manifestano e propagano nel tempo. Verranno successivamente messi a confronto ed elaborati ulteriormente nel capitolo 4 con lo scopo di far emergere con più chiarezza possibile l'evoluzione delle risposte finanziarie negli ultimi anni.

Capitolo 2

Analisi dello stato dell'arte e del contesto

Il presente capitolo mira a fornire le informazioni fondamentali, necessarie a comprendere i futuri sviluppi. A questo scopo sono definiti alcuni concetti chiave in ambito di sicurezza informatica:

- rischio
- sicurezza
- minaccia
- vulnerabilità
- attacco

Con **rischio** si intende la possibilità che azioni umane o eventi abbiano un impatto su ciò a cui è attribuito valore. È quindi corretto affermare che si tratta di una grandezza e, in quanto tale, è quantificabile, è infatti direttamente proporzionale alla probabilità di avvenimento e all'impatto che avrebbe sui beni colpiti. La valutazione del rischio, mirata alla sua gestione e controllo, parte dalla stima quanto più accurata di queste due variabili.

La **sicurezza** è il processo di contenimento del rischio che consiste essenzialmente nella cura di tre proprietà fondamentali: riservatezza (inaccessibilità delle informazioni a chi non ha il permesso di consultarle), integrità (garanzia di correttezza delle informazioni) e disponibilità (possibilità di accesso e utilizzo delle informazioni e i servizi offerti).

La **minaccia** consiste nella potenziale compromissione di una o più delle proprietà sopracitate, e, da concetto astratto, si concretizza in un **attacco**: azione di sfruttamento (*exploit*) delle vulnerabilità di un sistema

2.1 Tipologie di attacco

ENISA (Agenzia dell'Unione Europea per la Cybersicurezza) raggruppa gli attacchi informatici in otto categorie principali [1].

2.1.1 Ransomware

Definito come un tipo di attacco in cui gli attori coinvolti prendono il controllo di un bene del bersaglio e chiedono un riscatto (in inglese *ransom*) in cambio della restituzione. È un tipo di attacco generalmente attuato per scopi economici, ma, essendo anche uno dei più diffusi evolve rapidamente, sia dal punto di vista delle tecniche di estorsione degli obiettivi.

2.1.2 Malware

Si tratta di un termine ombrello: descrive tutti i *software* o *firmware* con lo scopo di eseguire un processo non autorizzato sulla macchina ospitante il cui risultato è la compromissione di una delle tre proprietà della sicurezza.

2.1.3 Ingegneria sociale

Gli attacchi tramite ingegneria sociale si distinguono per lo sfruttamento della vulnerabilità derivata dall'errore umano. Consistono nel mettere in atto tecniche di manipolazione per indurre chi coinvolto nella gestione dei beni bersaglio a rilasciare informazioni sensibili, concedere permessi apparentemente innocui, visitare siti, aprire file, documenti o e-mail con contenuto malevolo. Un esempio può essere il *phishing*, in cui si cerca di indurre la vittima ad aprire un link ad un sito che scarica un *malware*.

L'ingegneria sociale è spesso protagonista delle fasi iniziali di un attacco, ma questo non esclude che possa essere impiegata in stadi più avanzati. Ad esempio, è chiamata BEC (*Business E-mail Compromise*) l'intrusione tramite vecchie credenziali aziendali che le sfrutta, fingendosi parte dell'organizzazione, per ottenere dagli ex colleghi informazioni, denaro, o risorse altrimenti inaccessibili [2].

2.1.4 Violazioni di dati

Tecnicamente vi ci si riferisce con i termini inglesi *data breach* o *data leak*. Da definizione del GDPR, per violazione dei dati personali intendiamo la “violazione di sicurezza che comporta accidentalmente o in modo illecito la distruzione, la perdita, la modifica, la divulgazione non autorizzata o l'accesso ai dati personali trasmessi, conservati o comunque trattati” (articolo 4.12 GDPR).

La differenza risiede nell'intenzionalità: il *breach* è un attacco con l'esplicito obiettivo di ottenere o diffondere dati sensibili o protetti, il *leak* è originato da un errore che porta ad una indesiderata perdita o messa a disposizione di dati sensibili.

2.1.5 Minacce alla disponibilità: DoS

Per definizione, un DDoS (*Distributed Denial of Service*), si verifica come risultato di un attacco che mira a rendere inaccessibili servizi o risorse tramite, per esempio, uno sproporzionato volume di richieste che sovraccarica i componenti della struttura attaccata. In questo caso quindi l'obiettivo risiede nella semplice interruzione dei servizi erogati.

2.1.6 Minacce alla disponibilità: minacce ad Internet

Alla base della disponibilità dei servizi nella società dell'informazione vi è l'infrastruttura di internet, che se subisce guasti distribuiti può comprometterne quasi completamente l'erogazione. Sebbene sia un'ipotesi remota, blackout, disastri naturali, interruzione forzata da parte del governo o attacchi su larga scala rappresentano una minaccia concreta che non può essere sottovalutata.

2.1.7 Manipolazione delle informazioni

Si chiama *Foreign Information Manipulation and Interference*, abbreviato in FIMI, l'insieme di strategie di manipolazione dell'opinione pubblica da parte di enti, governativi e non, volte ad inserirsi nel dibattito in maniera massiccia e organizzata. Ciò mina i processi decisionali democratici tramite campagne di disinformazione e narrazioni precostruite.

2.1.8 Attacchi alla catena di fornitura

Più comunemente chiamati *supply chain attacks*, sono attacchi che sfruttano la fiducia riposta nei servizi offerti da partner commerciali o fornitori, colpendo l'obiettivo indirettamente tramite la compromissione di un fornito-

re legittimo.

Più formalmente, un attacco è considerato in parte di natura *supply chain* se consiste nella combinazione di almeno due attacchi coordinati. Perché sia identificato come tale, devono infatti essere bersaglio sia l'obiettivo intermedio, fornitore, che l'obiettivo finale, naturalmente vulnerabile nei confronti chi valuta fonte sicura.

2.2 Contesto economico

Con l'esponenziale crescita ed espansione dei mezzi di informazione, crescono anche i mercati illeciti, precisamente il costo del cybercrimine era di \$3 trilioni nel 2015 e, si stima, toccherà i \$10.5 trilioni durante il 2025 [3]. Se fosse il PIL di uno stato sarebbe sicuramente tra i primi cinque al mondo. In un panorama di questo tipo le aziende quotate in borsa, soprattutto le più in risalto come quelle in indici come S&P500, sono un bersaglio estremamente appetibile per chiunque abbia i mezzi e l'intenzione di danneggiarle in quanto:

- sono in possesso di grandi quantità di **dati sensibili**: questo, a maggior ragione se si tratta di grandi aziende o se specializzate nel settore, ma chiaramente, se l'obiettivo è il furto di informazioni, un'alta concentrazione delle stesse agisce da incentivo;
- sono facilmente **valutabili**: per eseguire un attacco *ransomware* occorre anche commisurare la richiesta di riscatto al valore del bene per l'azienda e alla sua disponibilità economica, i bilanci pubblici offrono quindi una fonte di informazioni preziosa;
- se attaccate, hanno **reazioni** spesso **prevedibili**: secondo un rapporto di Accenture del 2010 [4], le aziende che subiscono un attacco sperimentano un calo di prezzo delle azioni che si aggira solitamente intorno al 5%, rivelando come l'attacco potrebbe essere sfruttato ulteriormen-

te come strumento di controllo illecito del mercato per trarre ulteriori profitti collaterali.

Solo nel 2023, il 21% delle aziende in S&P500 hanno subito un *breach* [5].

Inoltre, i danni connessi agli attacchi sono ugualmente preoccupanti, tra questi:

- ripercussioni legali;
- perdita di fiducia di clienti ed investitori.

Un attacco può avere diversi scopi, di cui, primo tra tutti, quello economico, ma il panorama degli attacchi è vasto, e pensare di non poter essere bersagli appetibili è un errore pericoloso per l'azienda e chiunque vi sia collegato [1]. A fronte di ciò risulta già evidente quanto sia necessario essere a conoscenza dell'entità del rischio di un attacco informatico che, vista anche la forte crescita e diffusione, non può essere ignorata. Va quindi sviluppato un piano d'azione dettagliato e coerente con la valutazione dei beni a rischio, finanziato adeguatamente.

2.3 Metodologia

Lo studio si propone di analizzare 15 casi di attacchi informatici, con focus sulle ripercussioni che questi hanno avuto sull'azienda.

Gli attacchi sono di vario tipo, e sono avvenuti tra il 2011 e il 2024 l'analisi è condotta con l'obiettivo di individuare un trend e, in generale, valutare la minaccia crescente del cybercrimine.

Capitolo 3

Attacchi e conseguenze finanziarie

3.1 Sony Playstation Network (2011)

3.1.1 Descrizione

Il 20 aprile 2011 Sony dichiarò che tra il 17 e il 19 dello stesso mese avvenne un importante *data breach*, a seguito di cui disabilitò per una settimana il servizio online Playstation Network. L'attacco portò al furto di dati sensibili riguardanti 77 milioni di account [6][7].

3.1.2 Impatto diretto

Sony subì diverse conseguenze legali, che unite agli obblighi di miglioramento della sicurezza, si stima ebbero un costo complessivo di \$171 milioni [7].

3.1.3 Impatto indiretto

Come si può vedere dalla Figura 3.1 [8] e nelle fonti [7] la compagnia subì, nei primi giorni, un calo del valore delle azioni superiore al 3%.



Figura 3.1: Impatto a breve termine Sony Playstation Network Outage

A seguito inizia un periodo di contrazione che, possiamo osservare in Figura 3.2 [8], porta i valori delle azioni da più di \$5 nel periodo antecedente alla crisi, fino a scendere sotto i \$2 nel 2013 (adjusted).

Associare la parabola discendente esclusivamente all'attacco è forse esagerato, ciò non toglie che si tratti sicuramente di un fattore rilevante.



Figura 3.2: Impatto a lungo termine Sony Playstation Network Outage

3.1.4 Note

Le comunicazioni furono tardive e poco precise, gli azionisti ebbero notizia del motivo per cui Playstation Network era disabilitato solo 7 giorni dopo, e i comunicati ai clienti non furono da meno, alimentando malcontento e sfiducia nelle capacità dell'azienda [7].

3.2 Target (2013)

3.2.1 Descrizione

Il caso di *data breach* affrontato riguarda l'azienda di distribuzione Target, seconda negli Stati Uniti solamente a Walmart, e l'attacco che si è concluso con il furto di informazioni, comprese informazioni di pagamento e carte di credito, di 70 milioni di clienti.

Prime avvisaglie dell'ingresso di un *malware* nella rete arrivano il 30 novembre 2013, probabilmente avvenuto per via dell'utilizzo di password troppo semplici nei server aziendali, ma è dal 12 dicembre che, in seguito alla notifi-

ca del Dipartimento di Giustizia, iniziano le indagini congiunte. Verificatane l'entità, la notizia viene resa di dominio pubblico il 19 dicembre 2013 [9].

3.2.2 Impatto diretto

Da quanto dichiarato nei bilanci SEC (*Securities and Exchange Commission*), le spese dirette, tolti \$90 milioni coperti da assicurazione, ammontano a \$200 milioni [9].

3.2.3 Impatto indiretto

Sebbene, come da Figura 3.3 [10], nei giorni immediatamente successivi ci sia stato un picco verso il basso di -2.2% con momenti di ulteriore discesa, e sebbene l'andamento sia stato praticamente neutro per un anno, dalla fine del 2014 l'azienda ha recuperato parte della crescita inespressa fino ad allora. Ad aiutare è stata l'ottima immagine che ha nei confronti dei clienti e la fiducia dei più affezionati ad un marchio decisamente forte (Figura 3.4 [10]).



Figura 3.3: Impatto a breve termine Target data breach



Figura 3.4: Impatto a lungo termine Target data breach

3.3 Sony Pictures (2014)

3.3.1 Descrizione

Sony Pictures Entertainment viene colpito da un attacco informatico di tipo *data breach* a fine novembre 2014, vengono rilasciati 40GB di informazioni che, a detta degli attaccanti, fanno parte di un furto del volume di 100TB. Dentro vi troviamo più di 6800 dati salariali dei dipendenti, e anticipazioni riguardanti serie TV e film ancora in fase di produzione [11].

3.3.2 Impatto diretto

L'azienda dichiara, nel bilancio SEC per aziende estere, di aver speso \$41 milioni per spese investigative e correlate all'attacco e che dovrà sostenere spese legali nei confronti di dipendenti ed ex dipendenti [12]. A fine anno troverà un accordo per stanziare \$8 milioni di risarcimento.

3.3.3 Impatto indiretto

Come notiamo in Figura 3.5 [8], l'attacco ha progressivamente portato le azioni dell'intero gruppo Sony a -5% e fino a toccare il -10% a metà dicembre, soprattutto per l'importante risonanza mediatica del caso e il fatto che fosse la seconda volta in pochi anni che il nome della compagnia era accostato a casi di furto di informazioni.



Figura 3.5: Impatto a breve termine Sony Picture hack

Sul lungo periodo l'andamento si è probabilmente svincolato dalla discesa iniziale, anche grazie alla diffusa gamma di attività in di cui si occupa il gruppo, come testimoniato da Figura 3.6 [8]. L'impatto quindi non è quantificabile in maniera semplice, ma è ragionevole pensare che il danno di immagine si sia protratto a lungo.



Figura 3.6: Impatto a lungo termine Sony Picture hack

3.3.4 Note

La copertura dei media e la grande mole di notizie riguardanti il caso derivano dall’associazione dell’attacco alla Corea del Nord e ad un film in uscita, prodotto da SPE, “The Interview”, in cui la storia sarebbe stata costruita attorno al tentato assassinio del leader Kim Jong Un. Nella gestione della crisi, l’essere protagonisti di un evento tanto discusso ha sicuramente contribuito ad aggravare i danni d’immagine connessi alla vicenda [11].

3.4 Yahoo (2013, 2014)

3.4.1 Descrizione

A settembre 2016 rende noto che nel 2014 sono stati rubati i dati personali di 500 milioni di utenti a seguito di un attacco di ingegneria sociale [13]. Il 14 dicembre 2016 Yahoo comunica che, mentre investigava al riguardo, ha scoperto un secondo furto: durante agosto 2013 è avvenuto quello che

ricordiamo come il più grande *data breach* della storia. Inizialmente venne dichiarato si trattasse di 1 miliardo, poi, nel 2017 il dato si assesterà solidamente sui 3 miliardi di account di cui sono state diffuse informazioni [13][14].

3.4.2 Impatto diretto

L'azienda era in fase di acquisizione da parte di Verizon che, ritrattando il prezzo a ribasso, passò da un'offerta di \$4,83 miliardi ad un prezzo finale, nel 2017, di \$4,48 determinando una perdita effettiva di \$350 milioni [13]. Inoltre i procedimenti portarono l'azienda a pagare altri \$35 milioni per un patteggiamento con la SEC e \$117 milioni per risarcire gli utenti colpiti.

3.4.3 Impatto indiretto

Nel breve termine possiamo osservare in Figura 3.7 [15] una discesa di quasi il 10% da settembre alla fine di dicembre 2016 prima di una crescita che anticipa l'acquisizione.



Figura 3.7: Impatto a breve termine Yahoo data breach

È osservabile da Figura 3.8 [16] che, nel periodo prossimo all'acquisto di Yahoo, Verizon subisce un calo del 6%. Analizzare oltre l'andamento rischia

di essere fuorviante per via dei diversi componenti dell'azienda al tempo, ma le azioni seguono un trend in crescita



Figura 3.8: Impatto a lungo termine Verizon (Yahoo) data breach

3.4.4 Note

La gestione delle comunicazioni da parte dell'azienda è stata tardiva a dir poco, contribuendo ad aggravarne la posizione nei confronti dell'opinione pubblica e della legge.

3.5 Uber (2016, 2022)

3.5.1 Attacco del 2016

Descrizione

Il *data breach* avvenne ad ottobre 2016, ma la divulgazione risale a ben un anno dopo, grazie ad un cambio di dirigenza. I rischi che ha corso nel gestire ambigualmente il caso hanno rischiato di avere conseguenze penali [17].

Impatto diretto

L'azienda, oltre al riscatto pagato agli hacker per eliminare i dati rubati, ha concordato coi 50 stati americani il pagamento di una multa di \$148 milioni.

Impatto indiretto

Al tempo l'azienda non era quotata, quindi non è possibile analizzare questo aspetto, se non osservando il caso del 2022.

Note

Una aggravante è stata sicuramente la gestione consapevolmente ingannevole. Rivelò per esempio l'esistenza del *breach* a SoftBank, permettendo poi che comprasse una buona parte della compagnia a prezzo ribassato [17].

3.5.2 Attacco del 2022

Descrizione

Tramite ingegneria sociale l'attaccante è riuscito ad entrare nel sistema di condivisione di informazioni aziendali Slack, con conseguente arresto forzato di alcuni servizi da parte dell'azienda il 13 settembre 2022 [18].

Impatto diretto

La prontezza della reazione ha permesso di contenere le conseguenze dirette dell'attacco, evitando eventuali sanzioni.

Impatto indiretto

Notiamo in Figura 3.9 [19] come il mercato abbia invece reagito più bruscamente di quanto visto finora, con un picco verso il basso di -10% rispetto al giorno della scoperta (ancor più pronunciato se prendiamo in esame il 15 settembre, data della dichiarazione). Ad un mese di distanza la discesa rallenta ma non si arresta.



Figura 3.9: Impatto a breve termine Uber 2022

Per tornare in pari ci vogliono più di sette mesi, indice che i precedenti attacchi avevano lasciato un segno importante nella reputazione dell'azienda (Figura 3.10 [19]).



Figura 3.10: Impatto a lungo termine Uber 2022

Note

Il primo *data breach* e le sue conseguenze sono servite a Uber per cambiare approccio alla sicurezza e migliorare diversi aspetti [18].

3.6 FedEx - NotPetya (2017)

3.6.1 Descrizione

Il *ransomware* NotPetya fu un attacco diffuso su larga scala, con epicentro in Ucraina, a giugno del 2017. Sua peculiarità era di non essere stato concepito per scopi di lucro, quanto più invece per causare disordine e distruzione [20], secondo un rapporto della Casa Bianca i danni ammontarono complessivamente a \$10 miliardi [21].

In questo contesto, l'azienda FedEx Corporation, che aveva da poco fatto acquisizioni in Europa (TNT Express), affrontò grossi disservizi nel vecchio continente che complicarono i processi di assimilazione [22].

3.6.2 Impatto diretto

Nel bilancio depositato a SEC si stimano le perdite intorno ai \$400 milioni che rallentarono la crescita durante il primo quarto dell'anno fiscale (giugno-agosto 2017).

3.6.3 Impatto indiretto

Essendo l'azienda distribuita, e in forte crescita negli Stati Uniti, l'impatto distruttivo di NotPetya non è clamoroso quanto ci si aspetterebbe da uno dei più costosi attacchi della storia. Di fatti, dal 27 giugno 2017 (giorno dell'attacco) le azioni crescono ed iniziano una discesa solo qualche tempo dopo, apprezziamo in Figura 3.11 [23] un calo che arriva fino a -5%.



Figura 3.11: Impatto a breve termine NotPetya su FedEx

Come già discusso, da Figura 3.12 [23], emergono segnali di una ripresa abbastanza forte, che in mancanza dell'attacco, sarebbero potuti essere lo specchio di una crescita ancora più importante.



Figura 3.12: Impatto a lungo termine NotPetya su FedEx

3.6.4 Note

La diffusione così ampia di un attacco lo assimila, agli occhi dell'opinione pubblica, ad un disastro naturale o comunque ad un fattore esterno, intaccando più tramite costi diretti che indiretti le aziende coinvolte. I danni di immagine risultano quindi significativamente contenuti.

3.7 Equifax (2017)

3.7.1 Descrizione

L'8 settembre 2017, l'agenzia di informazioni creditizie al consumo americana Equifax rilascia un comunicato in cui dichiara che ha subito un *data breach* che interessa 148 milioni di cittadini statunitensi. L'attacco è stato possibile grazie al mancato aggiornamento tempestivo di alcuni server con una specifica vulnerabilità nota, presente dell'URL [24].

3.7.2 Impatto diretto

Come conseguenza della grande quantità di cause indette contro Equifax, l'azienda arrivò a concordare un impegno monetario di \$575-\$700 milioni [25].

3.7.3 Impatto indiretto

L'impatto fu molto pesante, a distanza di tre giorni osserviamo in Figura 3.13 [26] un calo dell' 8,20%, che va oltre il 20% a metà settembre. Questo è dovuto ad una massiccia vendita delle azioni, pari a \$1,8 milioni [17]



Figura 3.13: Impatto a breve termine Equifax breach

Sul lungo periodo l'azienda fatica a risollevarsi, complici le pesanti sanzioni e la perdita di fiducia degli investitori (Figura 3.14 [26]).



Figura 3.14: Impatto a lungo termine Equifax breach

3.7.4 Note

Pare che il fatto che il *breach* fosse noto alla dirigenza già da inizio agosto 2017 [17] sia stata, insieme al tipo di informazioni perse, una pesante aggravante in ambito legale.

3.8 British Airways (2018)

3.8.1 Descrizione

Il *data breach*, attuato tramite l'iniezione di 22 linee di codice Javascript malevolo via URL (*cross site scripting*, XSS), che colpì la compagnia aerea del Regno Unito, British Airways, venne reso pubblico il 6 settembre 2018 da un comunicato pubblico del *National CyberSecurity Centre*. Le vittime, le cui stime iniziali ne dichiaravano 380 000, si scoprono ad ottobre essere ben 565 000, di cui sono trapelati nomi, email e informazioni delle carte di

credito [27].

3.8.2 Impatto diretto

L'azienda ha sostenuto una multa di \$20 milioni come conseguenza dell'attacco [27]. La pena ridotta è probabilmente una concessione dovuta alla successiva crisi causata dal COVID-19.

3.8.3 Impatto indiretto

Notiamo in Figura 3.15 [28] che il gruppo, come evidenziato nelle fonti [27], ha una perdita quasi immediata del 2%, e che le azioni continuano a scendere durante tutto il mese successivo.

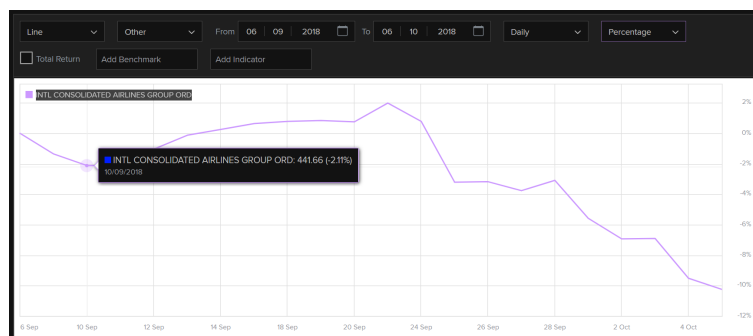


Figura 3.15: Impatto a breve termine British Airways

In Figura 3.16 [28] si osserva come nel lungo periodo l'andamento delle azioni risenta del danno di immagine fino all'inizio del 2020, in cui però, la compagnia ha ricadute legate all'inizio della pandemia del COVID-19.

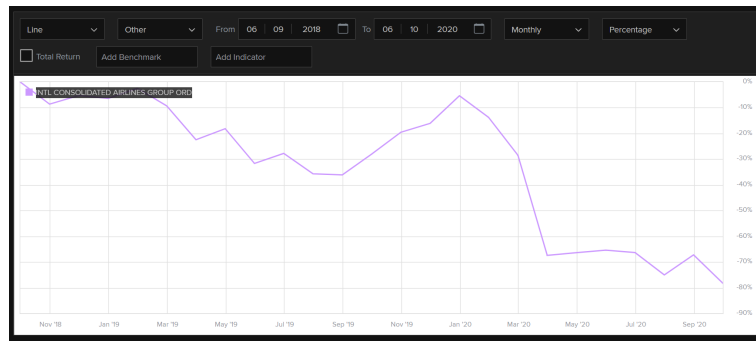


Figura 3.16: Impatto a lungo termine British Airways

3.9 Marriot International (2018)

3.9.1 Descrizione

L'attacco si distribuisce su un ampio lasso di tempo: nel 2014, tramite accesso fisico ad un terminale con permessi di amministratore, viene installato un *malware* nella rete di Starwood, agenzia alberghiera statunitense. Dopo aver trovato la chiave di decrittazione dei database e aver esfiltrato i dati, gli attaccanti cifrarono nuovamente le informazioni per non lasciare tracce. Rimasero tali anche dopo l'acquisizione di Starwood da parte di Marriott International nel 2016, tanto che l'attacco passò inosservato fino all'8 settembre 2018. Seguirono investigazioni che culminarono nella dichiarazione del 30 novembre 2018, in cui si rivelava la diffusione di informazioni di approssimativamente 500 milioni di clienti in tutto il mondo [29][30].

3.9.2 Impatto diretto

Come spese di riparazione interne Marriott dichiara \$30 milioni [29], in aggiunta pagò anche una multa di £18,4 milioni al Regno Unito [31], sebbene inizialmente le cifre dichiarate fossero intorno ai £99 milioni.

3.9.3 Impatto indiretto

Il giorno dell'annuncio si osserva in Figura 3.17 [32] un calo di più del 5% arrivando oltre -17% sotto Natale. Marriott dichiarò una perdita stimata di \$1 miliardo dovuta alla perdita di fiducia dei clienti [29].



Figura 3.17: Impatto a breve termine Marriott International data breach

Negli anni successivi, Figura 3.18 [32] mostra una crescita che dura fino ad inizio 2020, anche qui, si suppone l'arresto sia dovuto alla contrazione del mercato di quel periodo.



Figura 3.18: Impatto a lungo termine Marriott International data breach

3.9.4 Note

La crisi è stata generata da errori nel controllo dei sistemi informativi e della rete della società acquisita, evidenziando come l'espansione di un'azienda in tal modo sia fonte di vulnerabilità talvolta inaspettate. Per quanto quest'ultima abbia provato a scaricare la responsabilità dell'accaduto altrove, risulta evidente quanto sia in realtà un compito cruciale da svolgere durante grandi o piccole operazioni di fusione.

3.10 Capital One (2019)

3.10.1 Descrizione

La holding bancaria Capital One Financial Corporation scopre, tramite una mail proveniente da un esterno di un *data breach* che ha interessato 100 milioni di cittadini statunitensi e 6 milioni canadesi, pubblicherà quindi un comunicato al riguardo il 29 luglio 2019 [33].

3.10.2 Impatto diretto

Oltre alla multa di \$80 milioni, ha poi raggiunto un accordo di risarcimento dal valore di \$190 milioni ad inizio 2022 [34].

3.10.3 Impatto indiretto

Come è osservabile in Figura 3.19 [35], al giorno del comunicato è seguito un crollo di quasi il 6% e le azioni hanno continuato la discesa per tutto il mese successivo.



Figura 3.19: Impatto a breve termine Capital One

Ormai è evidente il trend di ripresa (in questo caso moderata) e crollo ad inizio 2020, presente in Figura 3.20 [35] anche se la holding non è direttamente connessa a settori turistici, a evidenziare la pervasività della crisi finanziaria seguita al Covid-19.



Figura 3.20: Impatto a lungo termine Capital One

3.10.4 Note

Anche se molte fonti non individuano in Capital One errori grossolani, il percepito e la risposta del mercato sono stati netti.

3.11 SolarWinds (2020)

3.11.1 Descrizione

L'azienda di sviluppo di software aziendale SolarWinds è stata coinvolta, nel corso del 2020, in un *supply chain attack* che l'ha vista protagonista della distribuzione di *malware*.

A febbraio 2020, dopo aver ottenuto l'accesso alla rete aziendale, viene iniettato codice malevolo all'interno del prodotto Orion contenente una *backdoor*, questi, che avrebbe poi assunto il nome di SUNBURST, venne distribuito in un aggiornamento software a partire da marzo, sfruttando i certificati che garantivano l'autenticità della sorgente per rimanere occultato. Seguirono

attacchi mirati fino all'8 dicembre 2020, in cui l'agenzia di cybersicurezza FireEye non si accorse del furto di alcuni suoi strumenti, portando poi alla rivelazione al pubblico in data 13 dicembre 2020.

L'attacco colpì tra i 17 000 e i 18 000 clienti di SolarWinds, compresi enti governativi [36][37][38].

3.11.2 Impatto diretto

Stime riportano il costo per le compagnie assicurative di \$90 milioni. SolarWinds in particolare ha poi concordato con la SEC una sanzione di \$26 milioni [39].

3.11.3 Impatto indiretto

Possiamo vedere in Figura 3.21 [40] la portata distruttiva che ha avuto l'attacco sulle azioni, con una discesa pari a -34,66% in un solo mese, e l'inizio di un trend discendente che è durato più di un anno.

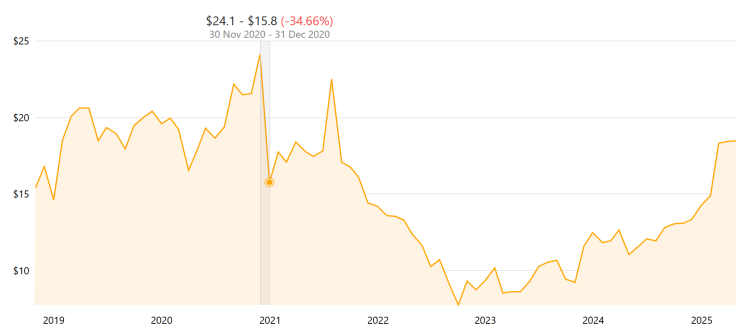


Figura 3.21: Impatto SolarWinds supply chain attack

3.12 Colonial Pipeline (2021)

3.12.1 Descrizione

L'attacco *ransomware* alla compagnia di trasporto di carburanti è stato compiuto tramite BEC (tipo particolare di ingegneria sociale) con lo scopo di ottenere un riscatto di \$4,4 milioni in BitCoin.

Ricevuta la richiesta di riscatto, il 7 maggio 2021, la dirigenza di Colonial Pipeline decise di arrestare l'impianto e pagare gli attaccanti nel tentativo di limitare i danni [41].

3.12.2 Impatto diretto

Il riscatto, sebbene sia stata recuperata una parte (\$2,3 milioni) rimane un costo affrontato dall'azienda [41].

3.12.3 Impatto indiretto

Nonostante l'azienda non ha subito riduzioni di prezzo delle azioni, non essendo quotata, la comunità ha sofferto la mancanza improvvisa del servizio, con aumenti esponenziali di prezzo e reazioni di panico generale [42].

3.13 MGM Resorts (2023)

3.13.1 Descrizione

Dal 10 settembre 2023 iniziano a trapelare indiscrezioni riguardo a comunicazioni tra l'FBI, il *Nevada Gaming Control Board* e l'azienda multinazionale di intrattenimento, gioco d'azzardo e ospitalità MGM Resorts, a seguito di cui, l'11 settembre, verrà rilasciato un comunicato in cui si annuncia l'arresto di alcuni servizi e l'inizio di indagini in merito ad un attacco

informatico.

La natura del *ransomware attack* diviene presto nota grazie alla rivendicazione da parte del gruppo di hacker ALPHV/BlackCat, che si è intrusa nel sistema tramite ingegneria sociale via telefonica (*vishing*).

Nonostante la risposta pronta e la collaborazione stretta con le autorità, sono state rubate informazioni riguardanti clienti e dipendenti, compromettendo la posizione di MGM Resorts International di fronte alla legge in materia di protezione dei dati personali [43].

3.13.2 Impatto diretto

MGM Resorts dichiara meno di \$10 milioni in spese di consulenza legale, coperti in larga parte da assicurazione [44]. Ha in corso alcuni procedimenti, e ha patteggiato per un fondo di risarcimento per il caso del 2023 e uno precedente, del 2019, di \$45 milioni [45].

3.13.3 Impatto indiretto

Nel rapporto straordinario a SEC si stima una perdita di \$100 milioni nell'Adjusted Property EBITDAR (indicatore del fatturato ante tasse, interessi, ammortamenti, deprezzamenti e spese di affitto aggiustato per escludere spese straordinarie).

Come si nota in Figura 3.22 [46], rispetto alle performance pre annuncio del *data breach* e l'arresto dei servizi, viene registrato un calo superiore al 5%, che tocca un picco di -20% a inizio ottobre.

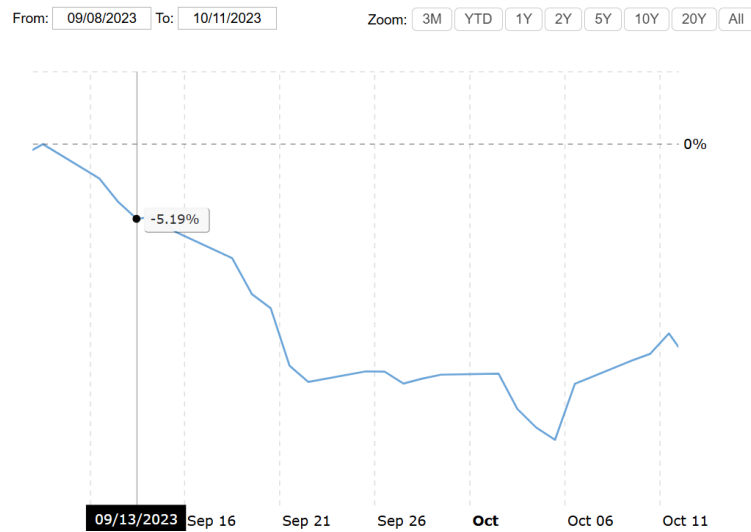


Figura 3.22: Impatto a breve termine MGM Resorts

Come da rapporto, era prevista una ripresa grazie ad un evento di Formula 1 [44], ma il calo successivo apprezzabile in Figura 3.23 [46] può essere connesso al danno di immagine subito.



Figura 3.23: Impatto a lungo termine MGM Resorts

3.13.4 Note

L'attacco è ben documentato anche grazie ad un rapporto pubblicato dagli attaccanti stessi che, per alcuni, pare vogliano così presentarsi come una controparte ragionevole nelle trattative che si sviluppano attorno ai loro attacchi *ransomware*.

3.14 Change Healthcare (2024)

3.14.1 Descrizione

Change Healthcare Inc. è un gestore di pagamenti nel circuito sanitario statunitense parte della holding United Healthcare Group. Il 21 febbraio 2024 denuncia l'ingresso non autorizzato nei suoi sistemi da parte del, già menzionato, gruppo di hacker *ransomware* BlackCat. Per limitare i danni ha istantaneamente disattivato tutti i servizi, creando uno scompenso nel sistema sanitario nazionale. Nonostante tutto è stato stimato che siano trapelate le informazioni di 192,7 milioni di persone [47] [48].

3.14.2 Impatto diretto

Nel tentativo di recuperare i dati rubati, Change Healthcare, ha pagato \$22 milioni, a questo punto però, il gruppo BlackCat si ritirò dalle trattative con il riscatto, e l'intermediario che le aveva gestite, ancora in possesso dei dati, ne chiese un secondo, che non fu corrisposto [47]. A questo si aggiungeranno le spese legali dei processi in corso.

Come impatti diretti, in un report sul terzo quarto dell'anno fiscale 2024, viene stimato a \$1,521 miliardi il costo diretto per United Health.

3.14.3 Impatto indiretto

Essendo UH un gruppo ampio, e che le ripercussioni dell'attacco sono arrivate prima ad aziende più piccole, con limitata capacità di gestire la crisi, è quindi ragionevole che il grafico in Figura 3.24 [49] non riporti una discesa istantanea, ma un picco verso il basso che parte quasi una settimana dopo l'annuncio del *breach*.

La perdita nel breve termine si assesta comunque tra il 10% e il 5%.



Figura 3.24: Impatto a breve termine Change Healthcare

Dopo luglio 2024 l'azienda ha iniziato il recupero, ma ad oggi è evidente in Figura 3.25 [49] in una crisi ancora peggiore di cui le sanzioni in arrivo, le perdite, gli ingenti prestiti fatti (\$9,7 miliardi [48]) e il danno di immagine non sono protagonisti, ma hanno sicuramente un ruolo.



Figura 3.25: Impatto a lungo termine Change Healthcare

Capitolo 4

Analisi dei dati aggregati

Nome soggetto colpito	Anno	Tipo di attacco	Costo diretto in mil di \$ (c.d./EBITDA)	Perdita valore delle azioni
Sony Playstation Network	2011	data breach	171 (14,82% [50])	3% - 5%
Target	2013	data breach	200 (2,84% [51])	2,2%
Sony Pictures	2014	data breach	49 (1,22% [12])	5% - 10%
Yahoo	2014	data breach	152 (11,16% [52])	9,54%
Uber	2016	data breach	148	-
Uber	2022	ingegneria sociale	0	10% - 15%
FedEx	2017	ransomware (NotPetya)	400 (5,02% [22])	5,03%
Equifax	2017	data breach	circa 625 (56,2% [53])	8,2% - 20%
British Airways	2018	data breach (XSS)	26 (0,48% [54])	2%
Marriott International	2018	data breach via phisical malware injection	53,92 (2,05% [55])	5% - 17%
Capital One	2019	data breach	270 (1,75% [56])	5,89% - 12%
SolarWinds	2020	supply chain	26 (5,3% [57])	34,66%
Colonial Pipeline	2021	ransomware	2,1	-
MGM Resorts	2023	ransomware via vishing	32,5+ (0,7+% [58])	5,2% - 20,5%
Change Healthcare	2024	ransomware, data breach	1 521 (4,2% [59])	5% - 10%

Tabella 4.1: Tabella comparativa

Sono raccolte nella Tabella 4.1 le analisi che si possono fare riguardo ai casi presentati, usando l'EBITDA degli anni fiscali degli attacchi per mettere in prospettiva i costi diretti (per le aziende quotate). Possiamo notare come le premesse iniziali riguardanti un calo delle azioni del 5% siano state rispettate in larga parte [4].

4.1 Note

- la maggior parte degli EBITDA che non sono esplicitati nei report, in quanto non obbligatorio a fini fiscali, sono ottenuti la maggior parte delle volte tramite la formula

$$EBITDA = OperatingIncome + Depreciation \& Amortisation$$
- Sony nel 2012, con cambio valuta del periodo, registra un EBITDA di \$1,154 miliardi, similmente, l'EBITDA di Sony nel 2014 ha un valore di \$4,032 miliardi
- nel caso del *data breach* di Yahoo il deprezzamento di 350 milioni non viene considerato come costo
- le multe in sterline applicate a Marriott International e British Airways dal Regno Unito sono convertite con un tasso di cambio di 1,3 (£ to \$) del 2018
- per il caso Capital One, è stato deciso di utilizzare il valore di EBITDA per coerenza con il resto dello studio pur non essendo un indicatore spesso usato per valutare banche. Calcolato nello specifico aggiungendo al *net income* le tasse, il costo degli interessi, deprezzamento e ammortamento
- il costo del processo a MGM Resorts è dimezzato per tenere in considerazione il fatto che la multa sia legata anche ad un altro caso

- dal rapporto di United Health, per evincere l'EBITDA è stata utilizzata la formula $EBITDA = Earnings + Amortisation$

4.2 Dati linearizzati

4.2.1 EBITDA

Come si può notare dai grafici in Figura 4.1a e Figura 4.1b, l'andamento dei costi diretti rapportati all'EBITDA mostra un trend in calo. La prima curva, più pronunciata, è sicuramente condizionata dal fatto che alcuni dei procedimenti a MGM Resorts e Change Healthcare sono ancora in corso, i valori corrispondenti sono quindi non consolidati e rappresentano il minimo costo diretto che le compagnie affronteranno una volta terminato. Ciò viene corretto nel secondo grafico, ottenendo una linearizzazione che denuncia un calo meno pronunciato, più realistico, ma che non manca di disattendere parzialmente le aspettative iniziali.

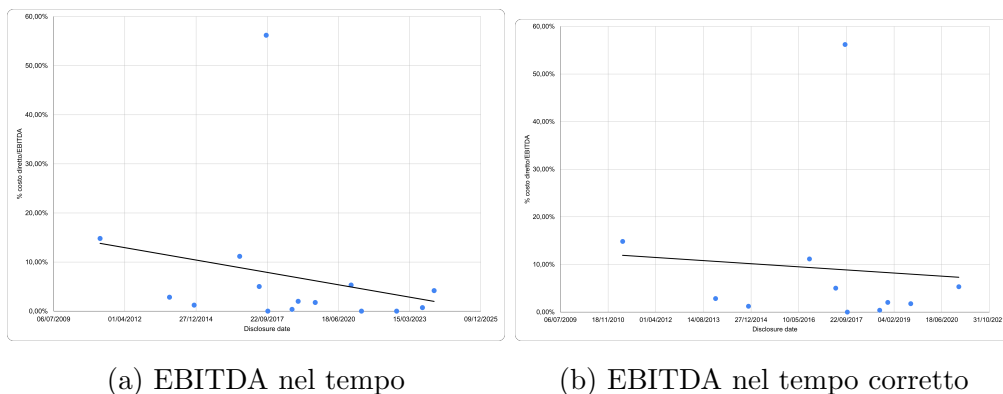


Figura 4.1: Confronto fra EBITDA e EBITDA corretto nel tempo

Il trend discendente evidenzia un calo dei costi diretti in relazione alla redditività dell'azienda, suggerendo quindi che l'impatto economico diretto di un attacco informatico incide in misura minore sulla redditività di grandi aziende di quanto facesse negli anni passati. Potrebbe essere il risultato di

una maggiore preparazione tecnica e di investimenti più consistenti in sicurezza e in piani di risposta agli incidenti. A questo si aggiunge l'esperienza accumulata in più di dieci anni che ha portato allo sviluppo e miglioramento graduale di protocolli di gestione della crisi, con conseguente arginamento più efficace delle perdite. Emblematici in tal senso i due casi Uber (Sezione 3.5), in cui, a distanza di 6 anni dal primo attacco, la prontezza di reazione ha azzerato le perdite dirette.

È bene specificare che il calo percentuale dei costi diretti non implica una riduzione della gravità complessiva degli attacchi quanto come un miglioramento relativo della resilienza finanziaria delle aziende analizzate.

4.2.2 Azioni

Quanto detto prima non si applica alla reazione dei mercati finanziari (Figura 4.2). Il trend crescente, evidenziato dalla linearizzazione dei dati relativi al calo delle azioni nel breve termine, mostra come costi diretti e indiretti seguano logiche diverse e disallineate.

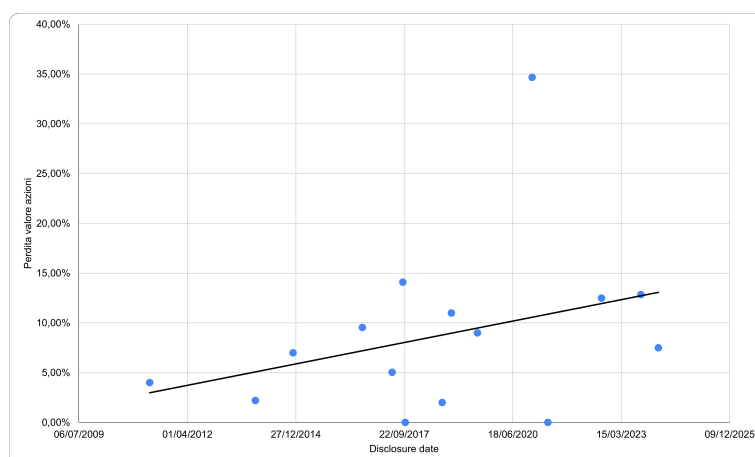


Figura 4.2: Perdita di valore delle azioni a breve termine nel tempo

Anche se le spese di ripristino sono contenute ciò non si riflette necessariamente nel percepito degli investitori, che può amplificare le conseguenze. Il mercato pare quindi essere soggetto a reazioni più repentine, e difficili da controllare. Questo riflette l'importanza crescente della reputazione e della fiducia, beni immateriali ma di enorme valore per un'impresa quotata.

4.3 Considerazioni

Risulta evidente la divergenza tra la tendenza dei costi diretti e la reazione dei mercati. Da un lato, i costi rapportati all'EBITDA tendono a ridursi, segno che le aziende di grandi dimensioni hanno acquisito maggiore capacità di contenere le conseguenze operative e legali. Dall'altro lato, il mercato mostra una suscettibilità crescente: il calo medio del valore delle azioni risulta oggi più marcato rispetto al passato.

Un secondo elemento riguarda l'evoluzione degli attacchi: la crescente frequenza di attacchi *ransomware*, unita alla capacità degli attaccanti di organizzarsi in gruppi e di colpire infrastrutture critiche, amplifica il rischio sistemico.

Occorre infine sottolineare che la relativa preparazione delle grandi aziende non implica una diminuzione del rischio complessivo. Al contrario, la pressione si sposta su realtà più, meno attrezzate e quindi più vulnerabili o enti connessi che mal reagiscono a scompensi temporanei, come nel caso Change Healthcare (Sezione 3.14). Questo porta a un aumento assoluto dei danni globali, come confermato dalle stime sulla crescita del costo complessivo del cybercrime [3].

Capitolo 5

Conclusioni

Lo studio condotto ha messo in evidenza come gli attacchi informatici abbiano un importante impatto misurabile sia sul piano operativo che sui piani finanziario e reputazionale. Dall'analisi dei casi emerge che, sebbene le grandi aziende mostrino una crescente capacità di contenere i costi diretti, i mercati hanno reazioni di intestità sempre più elevata. Ciò conferma l'importanza della fiducia degli investitori e della percezione pubblica, elementi che si rivelano determinanti almeno quanto i danni economici immediati. È perciò fondamentale per ogni organizzazione, a prescindere dalla dimensione, adottare misure di prevenzione e risposta adeguate in quanto è ormai evidente che la sicurezza informatica debba essere affrontata come un fattore di stabilità economica e finanziaria, con impatti che superano la singola azienda e si estendono all'intero ecosistema economico.

Un approccio diffuso e sistemico alla protezione informatica consentirebbe di ridurre i rischi non solo per i singoli attori economici, ma per l'intero tessuto produttivo.

In Italia, dove la maggioranza delle aziende sono piccole o medie imprese, sarebbero probabilmente efficaci degli incentivi statali che, aiutando lo sviluppo di un livello adeguato di protezione in maniera capillare, permetterebbe di ridurre considerevolmente anche i danni agli enti connessi.

Bibliografia

- [1] European Union Agency for Cybersecurity, I. Lella, C. Ciobanu, E. Tsekmezoglou, M. Theocharidou, E. Magonara, A. Malatras, and R. Svetozarov Naydenov, *ENISA threat landscape 2023 - July 2022 to June 2023*, I. Lella, C. Ciobanu, E. Tsekmezoglou, M. Theocharidou, E. Magonara, A. Malatras, and R. Svetozarov Naydenov, Eds. ENISA, 2023. [Online]. Available: <https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-2023>
- [2] IBM. Cos' è la compromissione dell'e-mail aziendale (BEC)? IBM. [Online]. Available: <https://www.ibm.com/it-it/topics/business-email-compromise>
- [3] S. Morgan. (2020, Nov.) Cybercrime to cost the world \$10.5 trillion annually by 2025. Cybersecurity Ventures. Editor-in-Chief: Steve Morgan. [Online]. Available: <https://cybersecurityventures.com/annual-cybercrime-report-2016/>
- [4] “How global organizations approach the challenge of protecting personal data,” Accenture and Ponemon Institute LLC, Report, 2010. [Online]. Available: https://www.ponemon.org/local/upload/file/ATC_DPP%20report_FINAL.pdf
- [5] P. Prudhomme. The cybersecurity of the S&P 500: An in-depth analysis from securityscorecard. SecurityScorecard. Blog post. [Online]. Available: <https://securityscorecard.com/blog/the-cybersecurity-of-the-sp-500/>

- [6] B. Quinn and C. Arthur. (2011, Apr.) Playstation network hackers access data of 77 million users. The Guardian. [Online]. Available: <https://www.theguardian.com/technology/2011/apr/26/playstation-network-hackers-data>
- [7] E. U. Jørgensen, “The stakeholder attributions of corporate crisis responsibility following a cyber attack,” 2018.
- [8] Macrotrends, “Sony - 45 Year Stock Price History — SONY,” <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/SONY/sony/stock-price-history>.
- [9] M. Plachkinova and C. Maurer, “Teaching case: Security breach at target,” *Journal of Information Systems Education*, vol. 29, no. 1, pp. 11–20, winter 2018.
- [10] Macrotrends, “Target - 52 Year Stock Price History — TGT,” <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/TGT/target/stock-price-history>.
- [11] BuzzFeed News. (2015, Mar.) A look through the sony pictures data hack. Exhibit 2002 in CBM2015-00030, PTAB. [Online]. Available: https://www.docketalarm.com/cases/PTAB/CBM2015-00030/Covered_Business_Method_Patent_Review_of_U.S._Pat._6321201/03-10-2015-Patent_Owner/Exhibit-2002-Exhibit_2002___A_Look_Through_The_Sony_Pictures_Data_Hack___BuzzFeed_News/
- [12] Sony Corporation, “Form 20-f: Annual report pursuant to section 13 or 15(d) of the securities exchange act of 1934 for the fiscal year ended march 31, 2015,” U.S. Securities and Exchange Commission, Annual Report, 2015. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/313838/000119312515231346/d895998d20f.htm>
- [13] N. Daswani and M. Elbayadi, *The Yahoo Breaches of 2013 and 2014*. Berkeley, CA: Apress, 2021, pp. 155–169. [Online]. Available: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6655-7_7

- [14] S. Thielman. (2016, Dec.) Yahoo hack: 1bn accounts compromised by biggest data breach in history. [Online]. Available: <https://www.theguardian.com/technology/2016/dec/14/yahoo-hack-security-of-one-billion-accounts-breached>
- [15] CompaniesMarketCap, “Stock price history for Yahoo Inc. (YHOO),” <https://companiesmarketcap.com/yahoo/stock-price-history>.
- [16] Macrotrends, “Verizon - 42 Year Stock Price History — VZ,” <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/VZ/verizon/stock-price-history>.
- [17] J. M. Robbins and A. M. Sechooler, “Once more unto the breach: What the equifax and uber data breaches reveal about the intersection of information security and the enforcement of securities laws,” *Criminal Justice*, vol. 33, no. 1, pp. 4–7, spring 2018.
- [18] K. Joonas, A. Y. Mahfouz, A. Banks, D. Murphy, T. Johnson, J. Napper, and L. Luellin, “Data breach in the service sector: Problems and solutions,” in *Proceedings of the Twenty-Second AIMS International Conference on Management*. AIMS International, 2022.
- [19] Macrotrends, “Uber Technologies - 6 Year Stock Price History — UBER,” <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/UBER/uber-technologies/stock-price-history>.
- [20] U. K. A. Bangalore Ghousekhan, “The evolution of ransomware: A case study of wannacry and notpetya,” *ResearchGate*, vol. 4, pp. 2009–2014, 11 2017.
- [21] A. Greenberg. (2018, Aug.) The untold story of notpetya, the most devastating cyberattack in history. [Online]. Available: <https://www.wired.com/story/notpetya-cyberattack-ukraine-russia-code-crashed-the-world>
- [22] FedEx Corporation, “Form 10-k: Annual report pursuant to section 13 or 15(d) of the securities exchange act of 1934, for the fiscal year ended

- may 31, 2018,” U.S. Securities and Exchange Commission, Annual Report, 2018. [Online]. Available: https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1048911/000156459018016877/fdx-10k_20180531.htm
- [23] Macrotrends, “FedEx - 41 Year Stock Price History — FDX,” <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/FDX/fedex/stock-price-history>.
- [24] J. Thomas, “A case study analysis of the equifax data breach 1 a case study analysis of the equifax data breach,” *ResearchGate*, 12 2019.
- [25] Federal Trade Commission. (2019, Jul.) Equifax to pay \$575 million as part of settlement with ftc, cfpb, and states related to 2017 data breach. [Online]. Available: <https://www.ftc.gov/news-events/news/press-releases/2019/07/equifax-pay-575-million-part-settlement-ftc-cfpb-states-related-2017-data-breach>
- [26] Macrotrends, “Equifax - 45 Year Stock Price History — EFX,” <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/EFX/equifax/stock-price-history>.
- [27] M. Aljaidi, “A comprehensive technical analysis of url redirect attacks: A case study of british airways data breach,” in *2023 24th International Arab Conference on Information Technology (ACIT)*, 2023, pp. 1–5.
- [28] London Stock Exchange, “International Consolidated Airlines Group SA,” <https://www.londonstockexchange.com/stock/IAG/international-consolidated-airlines-group-s-a/company-page>.
- [29] R. Denuwan, “Marriott international data breach,” *ReserchGate*, 07 2023.
- [30] J. E. Park, A. Reed, and A. Fan. (2023) Who’s the real victim? marriott’s victimization and customers’ perception of it - marriott data breach crisis in 2018. Working Paper, SSRN. [Online]. Available: <https://ssrn.com/abstract=4921991>

- [31] GDPR Register. (2020, Oct.) Ico fines marriott international inc £18.4 million for failing to keep customers' personal data secure. [Online]. Available: <https://www.gdprregister.eu/news/ico-fine-marriot/>
- [32] Macrotrends, "Marriott - 32 Year Stock Price History — MAR," <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/MAR/marriott/stock-price-history>.
- [33] N. Novaes Neto, S. E. Madnick, A. Moraes G. de Paula, and N. Malara Borges. (2020, Mar.) A case study of the capital one data breach. Working Paper; 25 pages; Posted: 17 Mar 2020. [Online]. Available: <https://ssrn.com/abstract=3542567>
- [34] S. K. Gainey and T. C. Taylor. (2022) Capital one reaches \$190 million settlement in connection with 2019 data breach. Moore & Van Allen. Articolo di blog di uno studio legale specializzato. [Online]. Available: <https://www.mvalaw.com/data-points/capital-one-reaches-190-million-settlement-in-connection-with>
- [35] Macrotrends, "Capital One Financial - 31 Year Stock Price History — COF," <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/COF/capital-one-financial/stock-price-history>.
- [36] M. Marelli, "The solarwinds hack: Lessons for international humanitarian organizations," *International Review of the Red Cross*, vol. 104, no. 919, p. 1267–1284, 2022.
- [37] I. S. Bala, A. Ebere, O. Junior, and Y. Filibus, "Cyberwarfare and arms control: Analyzing the solarwinds hack of 2020," *International Journal of Emerging Multidisciplinaries Social Science*, vol. Vol 3, 11 2024.
- [38] R. Alkhadra, J. Abuzaid, M. AlShammari, and N. Mohammad, "Solar winds hack: In-depth analysis and countermeasures," in *2021 12th International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)*, 2021, pp. 1–7.

- [39] SolarWinds Corporation. (2022) Form 10-Q for the quarterly period ended October 28, 2022. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/ix?doc=/Archives/edgar/data/1739942/000173994222000091/swi-20221028.htm>
- [40] CompaniesMarketCap, “Stock price history for SolarWinds (SWI),” <https://companiesmarketcap.com/solarwinds/stock-price-history>.
- [41] J. Beerman, D. Berent, Z. Falter, and S. Bhunia, “A review of colonial pipeline ransomware attack,” in *2023 IEEE/ACM 23rd International Symposium on Cluster, Cloud and Internet Computing Workshops (CCGridW)*, 2023, pp. 8–15.
- [42] R. Dudley and D. Golden. (2021, May) The colonial pipeline ransomware hackers had a secret weapon: Self-promoting cybersecurity firms. Co-published with MIT Technology Review. [Online]. Available: <https://www.propublica.org/article/the-colonial-pipeline-ransomware-hackers-had-a-secret-weapon-self-promoting-cybersecurity-firms>
- [43] S. Schappert. (2023, ottobre) Titans in crisis: unraveling the mgm and caesars ransomware timeline. Consultato il 21 agosto 2025. [Online]. Available: <https://cybernews.com/security/mgm-caesars-ransomware-attack-timeline>
- [44] MGM Resorts International, “Form 8-K: Current Report,” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., Oct. 2023. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/789570/000119312523251667/d461062d8k.htm>
- [45] MGM Resorts International Data Breach Settlement. Official website for the class action settlement. [Online]. Available: <https://www.mgmdatasettlement.com/>

- [46] Macrotrends, “MGM Resorts - 37 Year Stock Price History — MGM,” <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/MGM/mgm-resorts/stock-price-history>.
- [47] HIPAA Journal. (2025, Aug.) Change Healthcare Increases Ransomware Victim Count to 192.7 Million Individuals. [Online]. Available: <https://www.hipaajournal.com/change-healthcare-responding-to-cyberattack/>
- [48] A. Fliegelman and D. Stemp, “The cyberattack on change healthcare: Lessons for financial stability,” Office of Financial Research, U.S. Department of the Treasury, Tech. Rep. OFR Brief 24-05, Nov. 2024. [Online]. Available: <https://www.financialresearch.gov/briefs/files/OFRBrief-24-05-change-healthcare-cyberattack.pdf>
- [49] Macrotrends, “UnitedHealth Group - 41 Year Stock Price History — UNH,” <https://www.macrotrends.net/stocks/charts/UNH/unitedhealth-group/stock-price-history>.
- [50] Sony Corporation, “Amendment no. 1 on form 20-f/a for the three months ended june 30, 2012 (english translation of the quarterly securities report),” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., July 2012, amendment No. 1 on Form 20-F/A; English translation of Japanese Quarterly Securities Report (Shihanki Hokokusho). [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/313838/000119312512284981/d305818d20f.htm>
- [51] Target Corporation, “Form 10-k, annual report pursuant to section 13 or 15(d) of the securities exchange act of 1934, for the fiscal year ended february 2, 2013,” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., 2013. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/27419/000104746913003100/a2213506z10-k.htm>
- [52] Yahoo! Inc., “Form 10-k, annual report pursuant to section 13 or 15(d) of the securities exchange act of 1934, for the fiscal year ended

- december 31, 2014,” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., 2014. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1011006/000119312515066560/d826131d10k.htm>
- [53] Equifax Inc., “Annual report on form 10-k for the fiscal year ended december 31, 2017,” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., 2017. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/33185/000003318518000011/efx10k20171231.htm>
- [54] International Airlines Group (IAG), “Annual financial report 2019 (in english),” IAG, Tech. Rep., 2019. [Online]. Available: <https://www.iairgroup.com/media/uxjb1c0e/iag-cnmv-annual-finanical-report-2019-en.pdf>
- [55] Marriott International, Inc., “Annual report on form 10-k for the fiscal year ended december 31, 2018,” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., 2018. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1048286/000162828019002337/mar-q42018x10k.htm>
- [56] Capital One Financial Corporation, “Annual report on form 10-k for the fiscal year ended december 31, 2019,” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., 2019. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/927628/000092762820000102/cof-12312019x10k.htm>
- [57] SolarWinds Corporation, “Annual report on form 10-k for the fiscal year ended december 31, 2020,” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., 2020. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/1739942/000173994221000043/swi-20201231.htm>
- [58] MGM Resorts International, “Annual report on form 10-k for the fiscal year ended december 31, 2023,” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., 2023. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/789570/000078957024000005/mgm-20231231.htm>

- [59] UnitedHealth Group Incorporated, “Annual report on form 10-k for the fiscal year ended december 31, 2024,” Securities and Exchange Commission (SEC), Tech. Rep., 2024. [Online]. Available: <https://www.sec.gov/Archives/edgar/data/731766/000073176625000063/unh-20241231.htm>