



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea magistrale
(ordinamento ex D.M. 270/2004)
in Economia e Finanza

Tesi di Laurea

**Impatto del FinTech sul settore
finanziario ed analisi di tecnologie
selezionate: Machine learning e
Blockchain**

Relatore:

Ch.mo Prof. Simone MAZZONETTO

Correlatore:

Ch.mo Prof. Enrico Maria CERVELLATI

Laureando:

Alvise Greco.

Matricola 852883

Anno Accademico

2018-2019

Abstract

In questo elaborato tratteremo dapprima l'impatto complessivo che hanno avuto le moderne tecnologie sul settore finanziario, indicando quali sono quelle principali che han portato ai cambiamenti più radicali. All'inizio parleremo dei nuovi attori del settore e dei servizi finanziari FinTech alternativi a quelli tradizionali. Ci focalizzeremo sul Mobile Banking. Tratteremo il tema anche sotto il profilo giuridico parlando della nuova normativa UE PSD2. In seguito cercheremo di fare un'analisi di tecnologie che abbiamo scelto a priori, in particolar modo parleremo della Big Data finance e dell'intelligenza artificiale, nella parte di presentazione vedremo sotto una lente d'ingrandimento il suo impatto nei diversi settori finanziari e discuteremo delle fonti alternative di dati con un'attenzione particolare alle informazioni provenienti dai satelliti. Poi entreremo nel vivo dell'analisi descrivendo che cosa s'intende per intelligenza artificiale e vedendo da vicino le principali tecniche ed algoritmi di Machine learning, con dei cenni al Deep learning. In questa parte ci riserviamo di adottare un approccio rigorosamente statistico. Ci soffermeremo dunque sulla normativa UE GDPR. Presenteremo a questo punto la tecnologia Blockchain e le criptovalute con un focus sul loro impatto e sui rischi connessi al riciclaggio, vedremo uno dei principali indici e le disposizioni UE sulla materia. Concluderemo inserendo esempi inerenti a quanto trattato.

Nota per il lettore

Typeset by \LaTeX

La tesi è stata redatta con $\LaTeX_{2\epsilon}$ ([\$\LaTeX\$ home page](#)). Esso è un programma di composizione tipografica open source e realizzato da *Leslie Lamport*, impiegando come motore tipografico \TeX che fu concepito da *Donald Ervin Knuth* e distribuito negli anni '90. Al giorno d'oggi, \TeX è un marchio registrato dall'*American Mathematical Society* (AMS). Il programma utilizza numerose estensioni per ampliare le sue potenzialità ed esse vengono identificate con la simbologia $\mathcal{AMS}\text{-}\LaTeX$, che sta per " *\LaTeX with \mathcal{AMS} 's extensions*".

L'utilizzo di \LaTeX è stato integrato con delle estensioni che hanno permesso di inserire, all'interno della seguente tesi, riferimenti incrociati cliccabili. Attraverso il pacchetto, inoltre, è stato possibile produrre un indice generale ed una lista delle figure con i relativi numeri di pagina. Con i pacchetti `hyperref` e `url`, si sono inseriti riferimenti ipertestuali come quelli utilizzati per rinviare alla *homepage* di \LaTeX o alla pagina delle funzionalità sviluppate dall'*American Mathematical Society*.

Il presente lavoro mi ha dato modo di mettermi alla prova con un editore di testo diverso rispetto a quelli standard ed imparare ad utilizzare dei comandi tipici degli ambienti di programmazione. Si prega il lettore di apprezzare l'impegno profuso dall'autore nell'aprendere comandi e formattazione pertinenti a questo tipo di editore testuale, nonostante gli inevitabili piccoli refusi che risulteranno.

Ringraziamenti

Desidero ringraziare il professor Simone Mazzonetto per il supporto, la dedizione e l'estrema disponibilità di cui forse certe volte ho abusato involontariamente, la mia famiglia che mi ha supportato durante la stesura di questo elaborato. Grazie anche all'università CA' FOSCARI che mi ha offerto tutto ciò di cui avevo bisogno ed una valida preparazione e che negli anni ha reso il mio dipartimento un sinonimo di qualità che cominciano ad invidiarci da tutta Italia. Un grazie particolare ai miei genitori che mi han permesso di compiere questi studi, mia sorella, mio zio e mia zia che son sempre stati gentili e disponibili, mio cugino Pietro a cui auguro grandi fortune in Svizzera e mia cugina Carlotta. Un grazie anche al mio migliore amico Marco Romanelli che mi ha tenuto compagnia in biblioteca e fuori e mi ha sopportato più di tutti in questi anni e con cui abbiamo condiviso e condivideremo cose inenarrabili. Grazie anche a tutti gli altri amici che ho conosciuto nel mio percorso di laurea e di studio e che non posso elencare uno ad uno per ovvie ragioni.

Indice

| | |
|--|-----------|
| Introduzione | 1 |
| 1 I nuovi attori, servizi e confini del settore finanziario | 11 |
| 1.1 I players che si contendono il mercato dei servizi FinTech: intermediari finanziari tradizionali, Big Tech e startup FinTech | 11 |
| 1.2 Strategie competitive | 14 |
| 1.2.1 Gli effetti dell'intensa competizione | 15 |
| 1.3 I servizi FinTech | 16 |
| 1.3.1 Classificazione dei servizi FinTech | 17 |
| 1.4 Il mercato dei servizi FinTech | 21 |
| 1.5 Focus sul Mobile Banking: Presentazione | 26 |
| 1.5.1 I servizi di Mobile Banking | 27 |
| 1.5.2 Un esempio concreto di azienda FinTech che offre servizi di Mobile Payments: la startup FinTech americana Circle | 31 |
| 1.5.3 Un altro esempio concreto: la banca Mobile virtuale europea N26 | 32 |
| 1.6 La Direttiva europea PSD2 | 34 |
| 1.6.1 Gli effetti della normativa: | 35 |
| 1.6.2 Il RegTech | 36 |
| 1.7 l'Open Banking: quale scenario per il futuro? | 38 |
| 2 Big Data finance: intelligenza artificiale e Machine learning | 41 |
| 2.1 Alternative Data finance | 44 |
| 2.1.1 Focus sulle tecnologie satellitari come fonti alternative di dati | 46 |
| 2.2 Focus sull'impatto dell'intelligenza artificiale sui settori della finanza: | 48 |
| 2.3 Che cos'è il Machine learning e nozione di algoritmo | 52 |
| 2.3.1 Scelta degli algoritmi: il Teorema di No free lunch | 59 |
| 2.4 Alcune tecniche statistiche alla base del Machine learning (Presentazione) | 61 |
| 2.4.1 Clustering o raggruppamento | 62 |
| 2.4.2 Categorizzazione o classificazione: | 63 |
| 2.4.3 Applicazione della regressione logistica alla classificazione binaria: | 68 |
| 2.4.4 Regressioni | 70 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 2.5 | Selezione del modello appropriato | 75 |
| 2.6 | Deep learning (cenni) | 78 |
| 2.7 | Normativa UE sulla protezione dei dati: la GDPR | 81 |
| 3 | Blockchain, criptovalute ed esempi in appendice | 85 |
| 3.1 | Focus dell'impatto della Blockchain sul settore finanziario | 85 |
| 3.2 | Possibili applicazioni della Blockchain ai servizi finanziari | 86 |
| 3.3 | La tecnologia Blockchain in dettaglio: | 88 |
| 3.3.1 | Crittografia e validazione di un blocco: Proof of work | 92 |
| 3.3.2 | Smart contracts | 94 |
| 3.4 | Le criptovalute: | 95 |
| 3.4.1 | L'indice CryptoIndex 100 (CIX100): | 97 |
| 3.5 | Riciclaggio e regolamentazione antiriciclaggio | 100 |
| 3.6 | Esempi in appendice: | 105 |
| | Conclusioni | 117 |
| | Bibliografia | 121 |

Elenco delle figure

| | | |
|------|---|-----|
| 1 | Andamento dei ricavi | 3 |
| 2 | Drivers per adozione tecnologie | 6 |
| 3 | Percentuale di investimenti in ciascuna tecnologia chiave | 9 |
| 1.1 | Consenso sulle categorie di FinTech | 18 |
| 1.2 | Servizi finTech | 20 |
| 1.3 | Matrice demand-supplyside | 22 |
| 1.4 | Mobile Banking | 26 |
| 1.5 | Dalla PSD alla PSD2 | 35 |
| 2.1 | Esempio d'algoritmo inefficiente | 53 |
| 2.2 | Esempio d'algoritmo efficiente | 53 |
| 2.3 | Tipi di learning | 56 |
| 2.4 | Supervised learning | 57 |
| 2.5 | Unsupervised learning | 57 |
| 2.6 | Reinforcement learning | 58 |
| 2.7 | Dati prima e dopo l'algoritmo del K-means clustering | 63 |
| 2.8 | Corrispondenza tra v.c. discreta e continua | 66 |
| 2.9 | Problema di classificazione binaria | 68 |
| 2.10 | Funzione d'attivazione | 69 |
| 2.11 | Definizione di residuo ed errore | 70 |
| 2.12 | Regressione polinomiale | 73 |
| 2.13 | Overfitting | 76 |
| 2.14 | Un neurone semplice: il perceptrone | 78 |
| 2.15 | Deep learning: rete neurale feed-forward | 79 |
| 3.1 | Blockchain distributed vs centralized ledger | 89 |
| 3.2 | Generatore di hash | 93 |
| 3.3 | Criptovalute sul mercato | 95 |
| 3.4 | Indice CIX100 | 97 |
| 3.5 | Indice CIX100 vs FTSEMIB vs SP500 | 98 |
| 3.6 | Quantdesk 1: Parametri del portafoglio da ottimizzare | 105 |

| | | |
|------|---|-----|
| 3.7 | Quantdesk 2: Portafoglio con pesi ottimali | 106 |
| 3.8 | Quantdesk 3: Report 1 | 107 |
| 3.9 | Quantdesk 4: Report 2 | 107 |
| 3.10 | Jupyter 1: Import ed head | 110 |
| 3.11 | Jupyter 2: Sbilanciamento e creazione dataset | 111 |
| 3.12 | Matrice correlazione Jupyter | 111 |
| 3.13 | Jupyter 3: Funzione GridsSearchCV e migliori Hyperparametri | 112 |
| 3.14 | Jupyter 4: Output finale | 114 |

Introduzione

L'obiettivo di questo lavoro è di focalizzarsi sull'impatto delle tecnologie su quanti più aspetti possibili del mondo finanziario: non solo sugli attori, ma anche sui prodotti ed i servizi finanziari, analizzando nel dettaglio le tecnologie selezionate: Machine learning e Blockchain accennando anche alle criptovalute. Nell'analisi delle tecnologie cercheremo, per quanto possibile, di avere un approccio rigorosamente matematico-statistico, alla fine dell'elaborato faremo anche esempi concreti di quanto analizzato nei capitoli precedenti, in particolare si presenterà un piccolo progetto senza finalità pratiche ma con solo finalità esemplificative di Machine learning sviluppato in linguaggio di programmazione Python che risolve un problema di classificazione binaria che servirà per illustrare l'applicazione di una delle molteplici tecniche statistiche presentate che sono alla base del Machine learning e cioè la regressione logistica. Poichè questo elaborato è nato senza finalità esclusiva d'analisi delle moderne tecnologie (sebbene essa copra la maggior parte dello stesso a causa della difficoltà delle materie trattate), ma contestualizza la stessa all'interno dell'impatto derivato da queste, guarderemo anche alle principali normative messe in atto dal legislatore in risposta ai cambiamenti innescati: PSD2, GDPR, normativa antiriciclaggio.

Il settore finanziario è stato completamente rivoluzionato dalle nuove tecnologie e questo cambiamento si è riflesso anche sul mercato dei capitali. Le banche continuano a dover affrontare sfide significative per tenere il passo con le ultime tecnologie e con i nuovi competitors che le importano da altri settori. Esse devono essere sempre più automatizzate, flessibili, orientate alla relazione con la clientela, digitalizzate ed all'avanguardia con gli ultimi strumenti e servizi disponibili ed essere in grado di sopportare pressioni competitive crescenti da soggetti sia interni che esterni al settore finanziario. Nel settore finanziario, che è un settore maturo e perciò con relativamente bassi margini di profitto, negli ultimi anni si è assistito ad una grande fase di consolidamento volta anche a reperire capitali freschi da investire nella ricerca e nello sviluppo. La sensazione è che i players tradizionali, i cosiddetti "incumbent" stiano ancora vivendo una fase di adattamento a questa evoluzione-rivoluzione e che siano riusciti ad assorbire ed implementare solo in parte le nuove tecnologie sui loro prodotti e servizi tradizionali, invece intermediari nati esclusivamente per sfruttare le ultime tecnologie siano meglio posizionati nello scenario odierno anche perchè possiedono una struttura dei costi molto più agile ed una flessibilità a livello di organizzazione più adeguate sia per sfruttare le tecnologie attuali che per tenere il passo con la continua

evoluzione. Un'altra questione molto importante per la quale le banche tradizionali stanno perdendo terreno a scapito degli altri è quella del know-how, infatti le nuove tecnologie presentano un costo d'apprendimento molto alto che gli intermediari finanziari tradizionali fanno fatica a sostenere, perchè all'interno delle loro organizzazioni mancano le competenze chiave (ad es. informatiche) e quindi sono costretti a reperirle da fuori (aumentando notevolmente i loro costi).

L'ultimo problema è un problema di cultura, infatti le banche tradizionali non hanno una cultura orientata all'innovazione ed anche per questo motivo si trovano in ritardo sull'implementazione delle ultime tecnologie rispetto a società nate tecnologiche ¹.

Lo scenario attuale: una breve introduzione all'impatto della tecnologia sul settore finanziario

Le tecnologie hanno creato una profonda rottura rispetto al passato (si parla di “disruption”) nel mondo finanziario impattando sulle tecnologie già presenti, sui prodotti e servizi, sui business models e cambiando profondamente l'ambiente competitivo. Grazie alla barriera all'entrata costituita dalla grande dotazione di capitale necessaria per competere², i mercati finanziari sono stati fin'ora parzialmente protetti dai potenziali entranti dall'esterno. Però negli ultimi tempi le cose sono cambiate, con la rivoluzione tecnologica i costi per avviare una startup che offre servizi finanziari o estendere la propria attività principale in tal senso, non sono stati mai così bassi. Le nuove startup che operano nel settore finanziario e che sono state battezzate *FinTech* perchè hanno unito per prime finanza e tecnologia, congiuntamente con le aziende digitali già affermate che son entrate dall'esterno (per le quali come già accennato più propriamente si dovrebbe usare il termine *TechFin*), hanno portato la necessità di un radicale cambiamento nel modo tradizionale di fare banca. Non solo per i nuovi servizi offerti, ma anche per quanto riguarda lo stesso business model e l'organizzazione. Esse hanno introdotto per così dire un'innovazione strutturale del settore finanziario. Le banche hanno risposto a questa potenziale minaccia alleandosi per quanto possibile con le *FinTech* ed imprese digitali esterne e proponendosi principalmente come incubators e queste alleanze stanno portando molti benefici specialmente nella più impegnativa lotta che si profila contro le *Big Tech* come ad es. Google o Amazon o altre.³ Inoltre le banche tradizionali sono state anche colpite dall'erosione costante dei profitti e dei ricavi che sta riducendo la quantità di capitale disponibile da investire sulle nuove tecnologie.

¹Sebbene per semplicità ci riferiremo genericamente alle società *FinTech*, nell'espressione comune ci si riferisce a questo tipo di società col termine *TechFin* per indicare che esse prima erano totalmente estranee al settore finanziario

²Il settore finanziario prima delle nuove tecnologie che hanno abbassato drasticamente i costi era un settore “capital intensive” che cioè richiedeva ingenti capitali per competere.

³Per maggiori approfondimenti si rimanda al capitolo 1 in cui tutte queste tematiche verranno trattate più nel dettaglio.

Nel settore finanziario odierno sono riscontrabili questi problemi:

1. *Una contrazione delle entrate e dei ricavi complessivi*
2. *Una competizione crescente su margini di ricavo ridotti*
3. *Margini operativi di guadagno molto ristretti, nonostante una importante politica di riduzione e taglio dei costi.*
4. *Una clientela più esigente e con bisogni più difficili da soddisfare.*

Per quanto riguarda la contrazione dei ricavi, dopo la recente crisi finanziaria del 2008 ⁴ tutte le banche del mondo hanno visto una riduzione o stagnazione nel loro livello di ricavi pre-crisi con margini di profitto e tassi d'interesse ridotti, una normativa regolamentare più stringente e più costosa da rispettare, un aumento di investimenti in fondi passivi come gli ETF, un'abbondanza di investimenti da parte del settore del Private Equity che hanno sostituito in gran parte i prestiti bancari alle imprese e l'aumento esponenziale della concorrenza.

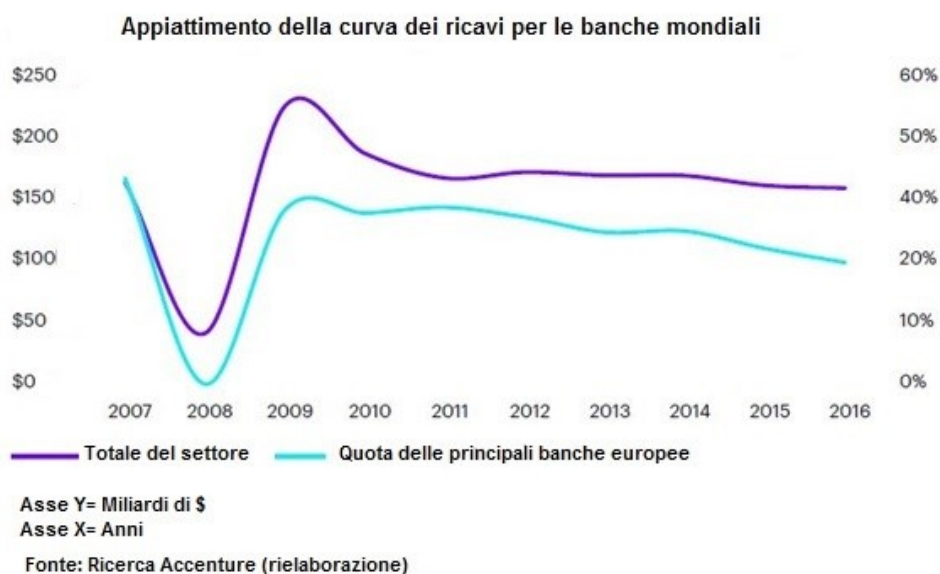


Figura 1: Andamento dei ricavi

Commento:

Come si vede dal grafico, i ricavi per le banche mondiali sono passati da una percentuale vicina al 60 per cento al 40 per cento, per quanto riguarda invece le maggiori banche europee essi sono passati da una percentuale vicina al 40 per cento a meno del 20 per cento sul totale

⁴Negli Stati Uniti la crisi finanziaria anche detta “crisi dei mutui subprime” è iniziata alla fine del 2006 e nel 2008 con il fallimento della banca Lehman Brothers ha raggiunto il suo picco massimo, ma si è diffusa alle banche europee più tardi, cioè nel 2011.

del settore finanziario. Questi dati sono da leggere anche in relazione al fatto che essendo i livelli di competizione aumentati notevolmente, le banche sono per così dire state colpite dal fenomeno della “disintermediazione” da parte di players interni, ma soprattutto esterni al settore. Tuttavia, le tecnologie hanno creato anche nuovi flussi potenziali di rendimento, nuovi mercati da presidiare e servizi a valore aggiunto, come ad esempio i servizi di Mobile Banking riducendo con l’automazione i costi operativi. Per questo le banche stanno abbracciando i sistemi di pagamento elettronico, la costruzione di piattaforme digitali, i processi automatizzati e stanno puntando sul miglioramento della capacità di raccogliere ed analizzare i dati.⁵ Questi nuovi investimenti sono stati favoriti dalla maggiore disponibilità di strumenti computazionali a costi sempre inferiori e dal conseguente abbattimento dei costi dei processi produttivi e riduzione della forza lavoro sostituita dalla tecnologia. Tuttavia, questa maggiore convenienza di costi ed efficienza ha portato giovamento non solo ai players tradizionali del settore, cioè agli incumbent, ma anche ai nuovi potenziali entranti⁶ che hanno avuto l’opportunità di estendere i propri confini d’operatività entrando in questo settore. I nuovi entranti, provenienti anche da settori molto distanti rispetto a quello finanziario, non solo hanno sfruttato la maggior convenienza dei costi per operare e la maggior efficienza, ma anche la loro struttura dei costi fissi più agile rispetto agli intermediari tradizionali per offrire prodotti e servizi a costi inferiori. La motivazione di ciò è che la competenza “core” per operare nella finanza non è più il know-how finanziario, ma il know-how tecnologico che aziende di questo tipo possiedono già fin dalla nascita e che quindi possono sfruttare molto meglio rispetto ai players tradizionali del settore finanziario. Imitando quest’ultimi, esse si sono concentrate sul “customer service”, cioè sul rapporto con la clientela cercando di offrire un’esperienza finale migliore, ma soprattutto innovativa rispetto a quella tradizionale. L’esperienza finale, la facilità, la velocità, i costi contenuti sono diventate le caratteristiche principali richieste dai clienti ai loro intermediari, assieme alla gamma di servizi finanziari offerti. Il cliente è stato sempre posto al centro di qualsiasi strategia volta a togliere quote di mercato agli intermediari tradizionali, questo perché le startup e le aziende digitali esterne al settore finanziario sanno bene che con la rivoluzione digitale il cliente è diventato più attivo e partecipa nelle sue scelte finanziarie, ha ridotto l’asimmetria informativa e migliorato la sua partecipazione attiva negli investimenti. Inoltre queste aziende hanno anche puntato sulla riduzione dei costi di portabilità tra diversi intermediari e sulla maggiore comparabilità delle offerte sul mercato. Il vantaggio in termini di risparmio sui costi ha portato una grande fetta di clientela (specialmente quella che non è solita fare investimenti complessi ma utilizzare solo servizi di base e prodotti

⁵Su quest’ultimo punto c’è da dire che paesi con una cultura finanziaria più radicata come gli Stati Uniti sono sempre stati all’avanguardia negli strumenti tecnologici da utilizzare per la raccolta e l’utilizzo dei dati, l’Europa o altri paesi invece hanno dovuto attendere più a lungo il miglioramento tecnologico e la riduzione dei costi, perché ponendovi un’attenzione inferiore, anche gli investimenti in tal senso erano ridotti al minimo.

⁶I potenziali entranti sono una delle 5 forze che secondo il modello di Porter agiscono costantemente sulle imprese di un settore.

d'investimento standard) a scegliere questi nuovi players e ad abbandonare parzialmente o del tutto quelli vecchi. Gli intermediari tradizionali, seppur non in grado di competere tecnologicamente con aziende nate con una competenza chiave di tipo tecnologico, hanno tentato di reagire puntando su un'esperienza finale della clientela almeno migliore dal punto di vista qualitativo ed hanno tentato di tenere il passo implementando in via sperimentale le ultimissime innovazioni come ad esempio l'intelligenza artificiale con le chatbots online operative tutti i giorni o i robot-advisors presso le filiali, o ancora i consulenti finanziari digitali. A questo punto c'è bisogno di chiarire una questione centrale: *perchè nuovi players sono voluti entrare in massa in un settore maturo e con basso potenziale di generare proventi come quello finanziario?* La risposta è che queste nuove tecnologie hanno portato ad una dematurazione del settore stesso, riportando i profitti ad un livello accettabile in relazione ai costi per quanto riguarda i nuovi servizi offerti che si avvalgono dell'uso della tecnologia e di nuovi processi produttivi.

Nuove normative regolamentari: Le nuove normative regolamentari, pensate dopo la crisi per tutelare maggiormente la clientela e salvaguardare il sistema bancario, stanno pesando molto sul sistema finanziario tradizionale a causa della difficoltà di far fronte ai requisiti previsti. Non solo infatti ad es. l'aumento dei requisiti patrimoniali si è sovrapposto alla contrazione dei ricavi ed alla riduzione dei margini operativi, ma anche la nuova direttiva *MiFID2 (Markets in Financial Instruments Directive 2)*⁷ che punta ad aumentare la trasparenza verso la clientela, ha avuto un doppio impatto: uno direttamente sui ricavi e l'altro sul coinvolgimento attivo del cliente. Questo però ha contribuito a ridurre i margini sulla clientela che ha aumentato la propria autonomia ed ha intensificato le minacce dei potenziali entranti nel settore che hanno fiutato la possibilità di offrire servizi più innovativi a costi più contenuti rispetto alle banche. A causa della MiFID2 anche i costi della raccolta dati sono diventati molto più onerosi da sostenere. Un discorso simile vale per la nuova normativa UE *GDPR-General Data Protection Regulation* che in cambio di una maggiore tutela dei dati sensibili della clientela ha richiesto uno sforzo economico maggiore agli intermediari per soddisfarla.⁸ Un altro significativo cambiamento avvenuto nel settore finanziario è stato il venir meno dell'esigenza di filiali fisiche con consulenti finanziari. Invece è aumentata la richiesta di servizi digitalizzati che ha costretto le banche commerciali a doversi reinventare e ristrutturare per poter offrire ai clienti un'esperienza *multicanale*. Un'altra normativa importante e direttamente collegata con i nuovi servizi FinTech è la *PSD2 (Payments Service Directive 2)*⁹ che riguarda i servizi di pagamento e permette, su autorizzazione dei clienti, la condivisione dei dati tra i diversi operatori

⁷Ci limiteremo solo ad accennare questa normativa in questa breve esposizione iniziale senza vederla nel dettaglio, poichè abbiamo deciso di focalizzarci su altre che riteniamo più inerenti alle tecnologie ed ai servizi FinTech e quindi meritevoli di essere approfondite in questo elaborato.

⁸Questa normativa poichè direttamente implicata nell'analisi ed utilizzo dei dati da parte degli intermediari sarà trattata in dettaglio nel capitolo 2 dedicato alla Big Data Finance

⁹Si rimanda al capitolo 1 dove vedremo questa normativa nel dettaglio

finanziari, si parla di *Open Banking*. Essa obbliga le banche ad aprire le proprie *APIs* (*Application Program interface*) alle altre aziende che si occupano di servizi e prodotti finanziari. Si è reso dunque disponibile l'accesso ai dati di pagamento a terze parti favorendo ulteriormente l'aumento della pressione competitiva.¹⁰

Quali sono i driver dell'implementazione tecnologica, le tecnologie chiave da sviluppare e l'approccio delle banche nei loro confronti?

Una survey europea portata avanti dalla società di consulenza *PwC* (*Pricewaterhouse-Copper*)¹¹ su un campione di banche mette in luce i cinque principali driver che dovrebbe spingerle ad adottare le nuove tecnologie. In questo sondaggio non solo sono riportate le tecnologie chiave attuali e future su cui esse dovrebbero investire, ma anche i problemi ed i vincoli che si trovano ad affrontare nell'implementarle, questi creano una profonda incertezza e mettono in discussione il ruolo stesso che avranno le banche nel futuro.



Fonte: Sondaggio PwC

Figura 2: Drivers per adozione tecnologie

Come si vede dalla figura il 95 per cento degli intervistati ha selezionato la riduzione dei costi e delle inefficienze come il fattore più importante, a seguire l'86 per cento ha messo al secondo posto il miglioramento dei servizi alla clientela, al terzo posto il 76 per cento dei rispondenti ha messo invece l'aumento del Roe (Return on equity). Invece il

¹⁰Per una trattazione più dettagliate si rimanda alla fine del capitolo 1

¹¹Quest'azienda assieme ad Ernst Young (EY), Deloitte e KPMG fa parte delle cosiddette "Big Four" cioè le quattro più grandi società di revisione e consulenza finanziaria al mondo.

maggiore ostacolo che pesa sulle banche ¹² e che non permette loro di esplorare le ultime innovazioni e di finanziarle adeguatamente è il mantenimento e lo sviluppo delle tecnologie tradizionali ereditate dal passato per adempiere alla normativa regolamentare, questo è uno dei principali motivi per i quali le banche si trovano in grosse difficoltà nei confronti dei nuovi competitors che provengono dall'esterno. Dallo stesso sondaggio sono emerse quelle che secondo le stesse banche intervistate sono le tecnologie chiave del futuro per ottenere un buon posizionamento sul mercato.

In particolare ne sono state individuate quattro:

1. *Cloud computing*
 2. *Data Management (cioè gestione dei dati raccolti)*
 3. *Intelligenza artificiale*
 4. *Tecnologie DLT(Distributed Ledger Technology) come ad es. Blockchain*
1. Le piattaforme di Cloud computing sono attese in crescita e rimangono una priorità d'investimento nel medio e lungo termine.

Commento: dapprima le tecnologie di Cloud computing erano diffuse solo presso piccole imprese e startup innovative, mentre adesso esse sono adottate anche dai più grandi istituti finanziari del mondo, per il loro potenziale di ridurre i costi, garantire flessibilità e ridurre il time to market. Inoltre i cloud providers stanno lavorando a stretto contatto con le autorità per meglio incontrare i requisiti regolamentari e le garanzie richieste dal settore finanziario. Moltissime nazioni hanno iniziato a investire ingenti quantità in questa tecnologia e raggiungeranno la nazione leader mondiale (gli Stati Uniti d'America) entro pochi anni. Non è tuttavia così semplice e indolore il passaggio ad una nuova tecnologia come il Cloud, molte banche stanno faticando ad abbandonare i sistemi tradizionali su cui facevano affidamento e questo sta rallentando l'innovazione in tal senso. La società *Nasdaq Inc* famosa in tutto il mondo per gli indici azionari che si occupa di mantenere e aggiornare (principalmente il Nasdaq Composite e Nasdaq 100, ma anche tutti i derivati per settore) ha creato recentemente (nel 2018) una divisione di mercato tecnologica: il *Nasdaq Financial Framework*, per aiutare il passaggio degli intermediari finanziari all'universo del Cloud ed alle applicazioni cloud-native, cioè nate direttamente per lavorare sul Cloud.

2. Tutto il processo che riguarda la gestione dei dati, che può esser riassunto nel termine *Data management*, rimane una priorità di breve termine.

Commento: questo risultato è imputabile principalmente a due motivi:

¹²sebbene questa survey sia rivolta alle banche, non è difficile credere che molte considerazioni e conclusioni tratte siano applicabili più in generale anche ad altri intermediari finanziari tradizionali come ad esempio le compagnie assicurative, considerando anche la confusione che c'è oggi tra i confini di competenza, dove le regole di riservatezza dell'attività vengono facilmente aggirate costruendo gruppi societari.

- Poichè le nuove tecnologie permettono un' analisi più profonda e migliore dei dati: infatti in accordo con il Gartner Group, società di consulenza nell'ambito tecnologico, l'80 per cento dei dati sono non strutturati e cioè disorganizzati (si parla di "unstructured data").

Inoltre, i progressi nella tecnologia d' intelligenza artificiale ci stanno permettendo di creare e strutturare nuovi dataset alternativi, espandendo notevolmente le fonti di dati utilizzabili ad esempio per prendere decisioni di investimento o trading.

- Per il fatto che recentemente il legislatore europeo ha posto grande considerazione nei suoi riguardi emanando la GDPR (General Data Protection Regulation).

3. L'intelligenza artificiale aumenterà nel brevissimo termine (da 1 a 3 anni).

Commento: l'utilizzo dell'intelligenza artificiale si sta studiando in molti settori della finanza, ma il potenziale maggiore riguarda probabilmente il suo utilizzo per l'analisi dei dati raccolti ed in combinazione alla finanza comportamentale, per avere un reporting affidabile delle caratteristiche di ciascun utente come ad esempio l'avversione al rischio individuale che può esser meglio catturata dalle azioni realmente intraprese dall'individuo nella gestione dei suoi risparmi, piuttosto che basandosi su quella dichiarata dallo stesso sui questionari. Questo permetterà anche di programmare un'offerta su misura.

4. L'implementazione della tecnologia cosiddetta DLT (Distributed Ledger Technology), cioè a libro mastro distribuito, è una priorità di lungo termine.

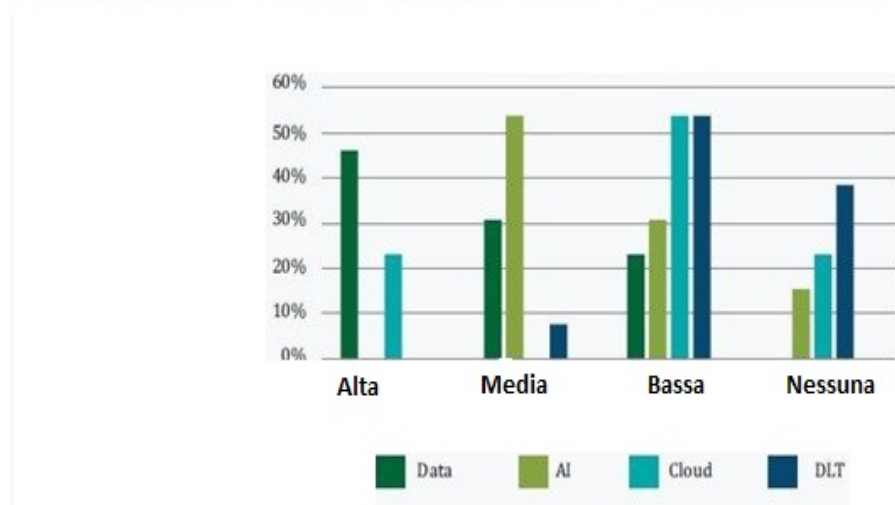
Commento: questa tecnologia di cui l'esempio più famoso è la cosiddetta Blockchain si basa sulla condivisione su un network peer-to-peer, il risultato si può leggere alla luce della complessità odierna di implementare soluzioni per il mercato di questo tipo su vasta scala. Essa ha un grande potenziale per incrementare l'efficienza, ridurre gli errori, diminuire i tempi per concludere le transazioni ed abbattere i costi. Società che offrono servizi tecnologici finanziari come Nasdaq Inc attraverso il suo Nasdaq Financial Framework stanno offrendo servizi pensati per interfacciarsi con la tecnologia blockchain, ma il settore è ancora agli inizi. Alcune banche centrali hanno creato unità di ricerca per valutare l'impatto dell'introduzione di criptovalute collegate a moneta fiat, cioè moneta a corso legale. L'obiettivo finale è di creare un' infrastruttura condivisa tra banche basata sulla tecnologia blockchain, ma questo processo richiederà molto tempo.

A queste bisogna aggiungerne una: l'automazione (Robotic Process Automation-RPA) sebbene non considerata come una dei drivers chiave poichè è in realtà un sottoprodotto di altre tecnologie come ad es. l'intelligenza artificiale, essa è comunque ritenuta molto importante dalle banche intervistate ed è prevista ricevere investimenti

significativi in un'ottica di breve-medio termine. Essa sta riducendo gradualmente la richiesta di forza lavoro, basti pensare alle casse automatiche o ai robot advisor che forniscono assistenza alla clientela sfruttando l'intelligenza artificiale, tra gli altri vantaggi permette di abbattere nettamente i costi operativi, tuttavia essa è vincolata necessariamente al miglioramento delle tecnologie che la permettono.

Il seguente grafico riporta le percentuali di investimenti dedicate dalle banche a ciascuna delle tecnologie chiave sopra citate:

Quale proporzione dei tuoi investimenti è focalizzata su queste tecnologie?



Asse Y= % dei rispondenti
Asse X= proporzione di investimenti

Fonte: Sondaggio PwC (Rielaborazione)

Figura 3: Percentuale di investimenti in ciascuna tecnologia chiave

Commento: la raccolta ed analisi dei dati riceve più attenzione in assoluto dalle banche intervistate. Oltre il 45 percento investe una proporzione alta del loro bilancio, il 30 percento una proporzione media e la parte restante una proporzione bassa, non c'è nessuna banca che non investa nulla nel miglioramento del proprio Data management.

A questo punto è importante chiedersi: *le banche preferiscono essere "leader" per quanto riguarda le innovazioni o "fast-followers", cioè imitatori veloci di chi le implementa per primo?* Dalla survey emerge che solo una piccola percentuale di banche intervistate preferisce assumere un ruolo da leader nel progresso tecnologico, mentre la maggior parte essere imitatore di chi innova per primo, cioè "fast follower". Questo è dovuto principalmente al fatto che le risorse investite nel progresso tecnologico non sono sufficienti ad assumere un ruolo da leaders in tal senso, ciò vale anche per le banche più grandi e con più risorse da investire. Quindi nonostante venga riconosciuta l'importanza di tenere il passo con

le ultime innovazioni, dal punto di vista del budgeting non gli viene ancora riconosciuta una priorità su altri tipi d'investimento. Infine la mancanza di know-how tecnologico dalle banche viene sopperito assumendo dall'esterno o affidandosi a terze parti in outsourcing, questo aumenta notevolmente i costi per i players tradizionali che si scontrano anche con un problema di cultura organizzativa che li limita nei confronti dell'innovazione.

Il nuovo problema della Cybersecurity (cenni): la questione per cui la stragrande maggioranza di operazioni finanziarie avviene online ha creato anche un problema di cybersecurity per gli intermediari finanziari. I cyber-attacchi non solo comportano perdite finanziarie, ma anche un danno reputazionale in capo agli istituti, essi son diventati un problema così importante da affrontare che il tema della cybersecurity da normativa è stato elevato all'attenzione del consiglio d'amministrazione e questo anche perchè i dati che transitano attraverso un ente finanziario sono spesso dati sensibili. Tuttavia gli antivirus seppur costantemente aggiornati non riescono a tenere il passo delle minacce in continua evoluzione, per questo almeno in ambito finanziario si è preferito un approccio "white list", cioè si preimpostano i pc dei dipendenti con programmi preventivamente controllati e con una sicurezza certificata e non si permette loro di installarne altri fuori dalla white list. L'intelligenza artificiale può aiutare le aziende a far fronte ad un volume crescente di dati da proteggere. Infatti essa può essere utilizzata per identificare anomalie sui network e minacce di insider trading, cioè ad esempio se qualcuno all'interno dell'organizzazione condivide dati riservati su internet.[36]

Capitolo 1

I nuovi attori, servizi e confini del settore finanziario

1.1 I players che si contendono il mercato dei servizi FinTech: intermediari finanziari tradizionali, Big Tech e startup FinTech

Il settore finanziario è un settore maturo che da tempo non offre più grandi margini di guadagno, ma è anche un settore ad alto contenuto di processo, questo significa che la tecnologia può creare nuovo valore automatizzando attività che sono ripetitive e realizzando una “dematurazione” del settore stesso. Questo spiega perchè imprese completamente a digiuno di finanza ma con un importante background tecnologico hanno deciso di entrarvi, un altro motivo più banale è che il know-how finanziario è più facile e meno costoso da ottenere e replicare rispetto al know-how tecnologico. Il termine FinTech può essere utilizzato con 2 accezioni: in senso stretto s’intendono le nuove imprese (startup) che offrono servizi finanziari basati sulle più avanzate tecnologie dell’informazione e della comunicazione (ICT), in senso lato, s’intendono tutti quei servizi e prodotti basati sulle tecnologie più avanzate che hanno creato un settore finanziario parallelo a quello tradizionale. Gli attori che si stanno contendendo il mercato sono gli intermediari finanziari tradizionali, le startups FinTech, cioè società create ad hoc per fornire questo tipo di servizi e per ultime in ordine temporale le Big Tech (o Digital Champions) cioè i colossi digitali che han deciso di sfruttare il loro know-how tecnologico e le grandi disponibilità di liquidità da investire per entrare nel settore finanziario offrendo servizi FinTech (ad esempio Google, Amazon, Apple, Facebook, Microsoft, Tencent, Alibaba ma anche i grandi operatori delle telecomunicazioni come ad es. AT& T Inc ecc.). Una delle prime società FinTech in senso moderno è stata probabilmente l’americana Paypal fondata a fine anni ’90 da Elon Musk, ma la svolta c’è stata dopo la recente crisi americana dei mutui subprime che ha portato ad un notevole calo della fiducia della clientela nel sistema finanziario tradizionale, a quel punto non solo c’è stato un drastico aumento di società FinTech, ma anche un maggiore

interesse ad entrare nel settore da parte delle società Big Tech che per disponibilità di capitali e fiducia raccolta sul mercato sono diventate competitors particolarmente temibili. La rivista Global Finance di febbraio 2018 dal titolo *REINING IN BIG TECH* che può essere tradotto con “Tenere sotto controllo le Big Tech” affronta da vicino il problema che vede queste società come una seria minaccia non solo per il settore finanziario ma anche per l’intero sistema economico odierno fondato sul libero mercato. Al World Economic Forum di gennaio 2018 a Davos, l’imprenditore George Soros ha detto che le società Big Tech rischiano di ostacolare l’innovazione tecnologica più che favorirla e che minacciano un controllo totalitario sul sistema economico. Tutti stanno chiedendo alle autorità d’intervenire contro questo strapotere che neppure le banche globali più grandi possono contrastare efficacemente attraverso leggi antitrust più severe. Qualsiasi mercato in cui entrano le Big Tech rischia di diventare esclusivo appannaggio di queste ultime, a sfavore di qualsiasi concorrente, da questo discorso non è escluso il settore finanziario, anzi probabilmente è uno dei più esposti ad esempio per l’importanza che giocano i dati raccolti dalla clientela, non esiste probabilmente un’azienda al mondo più capace ad es. di Google di raccogliermi. Un altro pericolo che non può essere trascurato è che le Big Tech si alleino fra di loro per spartirsi un mercato interessante come quello dei servizi finanziari, tagliando fuori tutti gli altri. Per questo il legislatore deve vigilare attentamente soprattutto su aziende come le Big Tech, nell’Unione Europea normative come la *GDPR (General Data Protection Regulation)* servono per regolare l’utilizzo dei dati sensibili e sono un primo passo per la tutela del cliente, invece normative come la *PSD2 (Payment Services Directive 2)* sono un tentativo del legislatore UE di garantire una competizione “fair”. I vantaggi che hanno le banche tradizionali rispetto alle startup FinTech e che fanno da deterrente alla competizione, ma fanno propendere quest’ultime piuttosto per delle alleanze sono decisivi. Tra questi ricordiamo ad esempio: una miglior conoscenza della regolamentazione, una maggiore disponibilità di capitali, il possesso di una vasta platea di clienti ed infrastrutture già consolidate. Sebbene il più grande vantaggio rispetto alle nuove startup FinTech consti in un elevato valore del brand in termini di affidabilità e fiducia dato dall’esperienza cumulata in anni di operatività nel settore. Questo si ripercuote sul fatto che essi vengano ancora preferiti da una vasta fetta di clientela, non tanto per i loro servizi all’avanguardia, ma perchè i clienti si aspettano di ottenere dalla loro esperienza consolidata nel settore consigli e soluzioni migliori rispetto alle società FinTech per risolvere le proprie esigenze finanziarie, in definitiva gli intermediari finanziari tradizionali vengono percepiti come migliori e più affidabili risolutori di problemi tecnici di carattere finanziario. Le startup FinTech, che rispetto ai players tradizionali possono contare su una struttura organizzativa più agile e flessibile, hanno guadagnato reputazione per aver utilizzato il loro know-how tecnologico al servizio del miglioramento dell’esperienza finale del cliente e quindi per averlo messo al centro della loro strategia. Esse hanno guardato da vicino la situazione attuale del settore finanziario tradizionale ed hanno cercato di andare a coprire il gap esistente tra quello che

gli intermediari finanziari tradizionali offrono e ciò che i consumatori desiderano. Una volta anche le startup FinTech erano percepite come una potenziale minaccia, mentre adesso gli intermediari finanziari tradizionali guardano a loro come a dei potenziali alleati che possono aiutare ad ottenere una cultura dell'innovazione, semplificare i processi ed apportare know-how tecnologico. Poichè consapevoli di non possedere i mezzi per far la guerra ai players tradizionali per i vantaggi decisivi di questi ultimi sopracitati, in genere, tranne alcune eccezioni, hanno spesso ben accettato il ruolo di alleati di comodo per condividere il know-how reciproco in cambio di vantaggi di qualche tipo o finanziamenti. Gli intermediari tradizionali sono in definitiva diventati "incubators" di startup Fintech per paura di rimanere indietro rispetto ad altri intermediari tradizionali e per combattere la ben più impegnativa guerra contro le Big Tech e hanno fornito loro in cambio del know-how tecnologico risorse finanziarie, supporto e l'accesso ad una fetta della propria clientela e delle proprie infrastrutture aiutando le società FinTech a svilupparsi ed affermarsi. Un altro approccio simile ed anch'esso molto diffuso da parte dei players tradizionali nei confronti di queste nuove società è stato quello di "seed accelerators", cioè di finanziatori privilegiati che riottengono in cambio una quota dei proventi o del know-how sviluppato grazie agli investimenti. Nell'Unione Europea le imprese FinTech si pensa possano contribuire a raggiungere gli obiettivi sperati di un mercato digitale unico ed un'unione dei mercati dei capitali. Quindi le startup FinTech sono nemici facili da persuadere a diventare alleati e poco rilevanti se paragonati ai veri nemici e cioè alle Big Tech, che non solo sono entrate nel settore finanziario, ma l'hanno fatto prepotentemente, cioè senza proporre alleanze strategiche agli incumbents del settore. Le Big Tech rispetto al passato, oggi hanno totalmente soppiantato le banche tra le prime posizioni delle imprese al mondo con maggiore capitalizzazione e quindi il risultato di ciò è che possono fare investimenti ineguagliabili. Inoltre, esse hanno un controllo pressoché capillare delle piattaforme di e-commerce che il consumatore è costretto ad utilizzare e con cui gli stessi intermediari tradizionali sono costretti ad interfacciarsi. I vantaggi degli intermediari tradizionali che valgono nei confronti delle FinTech non valgono del tutto nei confronti delle Big Tech. Vengono meno infatti vantaggi come la maggiore disponibilità di capitali, il possesso delle infrastrutture o la quota di mercato già acquisita. Invece resiste, ma solo parzialmente il vantaggio di valore del brand e percezione della clientela nei riguardi degli intermediari finanziari tradizionali di risolutori di problemi finanziari più competenti ed affidabili rispetto agli entranti dall'esterno nel settore.

1.2 Strategie competitive

Vediamo ora più nel dettaglio commentandole le strategie adottabili dagli incumbents in questo nuovo contesto competitivo.

Le strade possibili sono queste:

1. *Sviluppare dall'interno le tecnologie ed i servizi FinTech.*
2. *Investire o collaborare con startup FinTech per acquisirne il know-how.*
3. *Allearsi con le imprese Big Tech per acquisirne il know-how.*
4. *Outsourcing dei processi e servizi FinTech a società terze.*

- La prima strategia, cioè lo sviluppo dall'interno delle tecnologie e dei servizi FinTech, per quanto percorribile ha molti limiti. In primo luogo in termini di competenze cioè know-how che può essere acquistato solo dall'esterno (alzando notevolmente i costi), poichè non presente negli intermediari finanziari tradizionali. In secondo luogo anche la normativa contribuisce ad aumentarne i costi, infatti questa è ben più severa con gli incumbents, piuttosto che con società che cominciano per la prima volta ad occuparsi di finanza e che hanno una struttura organizzativa molto più flessibile e possono dedicarsi a svolgere solo alcuni rami di business, evitandone altri su cui magari essa è più stringente. Altri limiti nell'intraprendere la prima strategia sono riscontrabili nel problema di superare l'inerzia organizzativa, un concetto ben noto nella teoria del management che spiega le difficoltà che presentano organizzazioni ben strutturate e già operanti da tempo sul mercato ad affrontare un processo radicale di cambiamento a tutti i livelli: organizzativo, culturale, di know-how.
- La seconda strategia, cioè l'investire o collaborare con startup FinTech per assorbirne il know-how è quella che i player tradizionali ritengono la migliore, ma per essere sostenibile ed efficace richiede un'organizzazione flessibile ed una struttura dei costi fissi che incida meno sul bilancio, per questo essi stanno drasticamente riducendo il loro numero di filiali fisiche (solo in Italia tra il 2015 ed il 2017 ne sono scomparse oltre 2000) e di forza lavoro impiegata (Citigroup prevede che si perderanno oltre 1 milione 700 mila posti di lavoro nei prossimi anni tra banche americane ed europee).
- La terza strategia, cioè un'alleanza con le Big Tech, è inattuabile perchè esse sono troppo grandi ed hanno disponibilità di capitali troppo ingenti per scendere a compromessi con le banche. ¹

¹Si ricorda che tra le più grandi società al mondo in termini di fatturato non figurano banche, i primi posti sono quasi esclusivamente appannaggio di società Big Tech come ad es. Amazon, Google che fa parte di Alphabet inc, Apple, Microsoft, Facebook ecc.

- La quarta strategia invece, cioè l'outsourcing di tutti i processi e servizi che richiedono un know-how tecnologico avanzato ad imprese specializzate è associata ad un risparmio nel breve, ma ad un aumento dei costi nel lungo periodo, inoltre sempre nel lungo periodo non permette lo sviluppo di un know-how tecnologico adeguato e rischia di tagliar fuori i players tradizionali dal mercato o di renderli eccessivamente dipendenti da una terza parte.

1.2.1 Gli effetti dell'intensa competizione

Questa più intensa competizione ha già avuto dei risvolti positivi sulla clientela, ad esempio tutti gli intermediari finanziari tradizionali hanno cominciato a fornire gratuitamente app per effettuare operazioni di natura finanziaria ai propri clienti che prima potevano essere svolte solo con il supporto di un gestore. La qualità e l'efficienza di queste app ha iniziato ad essere considerata un *KPI (Key Performance Indicator)* fondamentale quasi quanto l'affidabilità e la reputazione dell'intermediario. Questa rivoluzione/evoluzione può essere una buona cosa per superare le inefficienze degli intermediari tradizionali dovute ai loro molti conflitti d'interesse e che vivono per così dire di rendita su una posizione privilegiata che hanno creato nel passato. Bisogna ben rammentare la natura conservatrice del settore: ad esempio i costi dell'intermediazione finanziaria negli Stati Uniti prima di questa rivoluzione non erano tanto diversi in termini percentuali a quelli in vigore quasi un secolo fa. Ci si chiede quale sia l'effettivo costo di questa competizione in atto. Goldman Sachs prevede che 4.700 miliardi di profitti passeranno dai bilanci bancari a quelli dei competitors tecnologici non bancari, cioè a tutte le "non banche" che prestano servizi prima esclusivamente degli intermediari finanziari tradizionali. Pwc stima che entro il 2020 quasi il 30 per cento dell'attività di trasferimento del denaro non sarà più svolta da intermediari tradizionali.

1.3 I servizi FinTech

I servizi FinTech hanno cambiato il “modo di fare banca” creando un vero e proprio settore parallelo a quello dei servizi finanziari tradizionali e sempre di più sostitutivo. L’innovazione nei servizi finanziari sta avendo il maggiore impatto su quei servizi che sono basati su piattaforme, utilizzano molto i dati della clientela e richiedono pochi investimenti per essere forniti. Essi hanno rivoluzionato anche il modo in cui i servizi finanziari tradizionali lavorano ed interagiscono con i propri clienti, si dice che abbiano introdotto una “disruption”, rispetto a quanto c’era precedentemente, essa non è stata tuttavia immediata, ma continua e costante nel tempo. Questa disruption si traduce infatti in una pressione permanente ad innovare ed è questa pressione che sta rimodellando dal lato dell’offerta la forma del settore finanziario ed i business models e dal lato della domanda le esigenze della clientela. Questi servizi hanno portato allo sviluppo di un modello di banca multicanale, con ciò s’intende un’insieme di servizi che permettono di effettuare operazioni finanziarie da molti canali diversi ad es. Internet banking, sportelli ATMs, Mobile Banking. Si sono seguiti alcuni principi chiave nella realizzazione dei servizi FinTech, per colmare il gap tra l’offerta tradizionale ed i nuovi bisogni della clientela, essi sono stati:

1. *Personalizzazione*
2. *Velocità di risposta*
3. *Qualità della soluzione*

Tra i principali fattori che stanno contribuendo al diffondersi di questo tipo di servizi ci sono ad esempio il miglioramento dell’efficienza, la riduzione dei costi, una maggiore trasparenza, una maggiore flessibilità ed adattamento alle esigenze della clientela. Alcuni servizi finanziari tradizionali sono stati completamente ripensati, un caso emblematico è quello ad esempio dei prestiti tradizionali, attività core di qualsiasi banca, che sono stati disintermediati e sostituiti dalle piattaforme online di prestiti peer-to-peer (P2P). Questo esempio permette anche di capire quanto profondo può essere l’impatto di un’innovazione su un servizio, come è noto infatti i prestiti tradizionali fanno parte del bilancio delle banche, mentre queste nuove tipologie di prestiti P2P non fanno parte del bilancio delle imprese FinTech, ma esse si occupano soltanto di fare da intermediari tra l’offerta dei prestatori di denaro e la domanda di prestiti. Esse inoltre utilizzano in materia di valutazione, analisi e misurazione del rischio alcune tecnologie che verranno viste più dettagliatamente più avanti nella trattazione come la Blockchain, l’intelligenza artificiale per l’analisi dei Big Data. La creazione di tipologie di servizi completamente nuove come questi ha richiesto una nuova regolamentazione ad hoc. Si possono riportare altri esempi di servizi finanziari tradizionali completamente sconvolti dall’avvento del FinTech: è questo il caso della consulenza finanziaria, dove robot-advisors o sistemi online di consulenza che si avvalgono dell’intelligenza artificiale stanno seriamente minacciando la consulenza finanziaria

tradizionale. I servizi FinTech hanno anche aumentato l'operabilità, mentre prima infatti i clienti erano soggetti agli orari di apertura delle filiali, adesso possono operare praticamente sempre, chiedere la consulenza finanziaria necessaria in ogni momento e soprattutto in real time. Nei mercati più sviluppati come ad es. l'Unione Europea (invece gli USA sono un'eccezione sotto questo punto di vista), le aziende che offrono servizi FinTech sono di solito piccole e più focalizzate sul creare valore aggiunto su servizi finanziari pre-esistenti piuttosto che crearne di nuovi basati sulla tecnologia. Altre innovazioni significative che possono essere categorizzate sotto la voce FinTech sono le valute digitali, basate su DLT (Distributed Ledger Technologies) come ad esempio la Blockchain. I servizi FinTech hanno abbassato le barriere all'ingresso del settore finanziario, riducendo i costi di erogazione e rimpiazzando altri servizi tradizionali. Essi hanno disintermediato le banche, introducendo nuovi modelli di business basati sulle piattaforme e sulle economie basate sulla condivisione e sugli effetti di network. I servizi FinTech hanno anche rivoluzionato il modo in cui i tradizionali fornitori di servizi finanziari lavorano ed interagiscono con i loro clienti. I maggiori benefici apportati alla clientela sono una riduzione dei costi, una maggiore efficienza, più trasparenza ed una migliore adattabilità ed attenzione alle preferenze personali del cliente. Il mercato FinTech è un territorio molto instabile, caratterizzato da grande incertezza e perciò è difficile comprendere appieno quali siano gli elementi che possono costituire un vantaggio competitivo. Tre sfide portano con sé questi nuovi servizi che dovranno essere affrontate con un' alleanza tra stakeholders:

1. Incertezza dal punto di vista normativo e regolamentare, poichè i regolatori non riescono a tenere il passo con le innovazioni.
2. Alcuni servizi FinTech basati ad es. sulla Blockchain minacciano seriamente di disintermediare del tutto i processi coinvolti nei servizi finanziari e non solo di affiancarli.
3. Gli strumenti digitali rendono difficile verificare l'effettiva identità della controparte.

1.3.1 Classificazione dei servizi FinTech

Data la rapida evoluzione dei servizi finanziari FinTech non esiste una classificazione standard di questi. I criteri minimi per definire un servizio come FinTech sono questi:

1. *Un servizio finanziario fondato sulla tecnologia.*
2. *Un servizio che fornisce una nuova soluzione, un nuovo o alternativo modello di business.*
3. *Un servizio che offre un valore aggiunto ad ogni portatore d'interesse coinvolto nella catena del valore (principalmente al cliente).*

Di seguito si propone il consenso di 3 importanti società di consulenza finanziaria sulle categorie di servizi FinTech:

| Consenso sulle categorie di servizi FinTech da parte di 3 importanti aziende di consulenza | | |
|---|---|--|
| IOSCO | PwC | EY |
| Pagamenti online | Transazioni e sistemi di pagamenti online | Trasferimento di denaro e pagamenti online |
| Prestiti Peer-to-peer (P2P)/Crowdfunding | Online Banking | Prestiti Peer-to-peer (P2P) |
| Financial Planning (pianificazione finanziaria) online | - | Financial Planning (pianificazione finanziaria) online |
| Trading & investimenti online | Investimenti e Wealth Management online | Gestione del risparmio & investimenti online |
| InsurTech | InsurTech | InsurTech |
| Data & analytics | - | - |
| Blockchain | - | - |
| Cybersecurity | - | - |
| Elaborazione personale da Competition issues in the Area of Financial Technology (FinTech) 2018 | | |

Figura 1.1: Consenso sulle categorie di FinTech

Tuttavia essendo questo solo un consenso, si è tentato di ricercare una classificazione alternativa e che potesse essere più precisa nel tentativo di riassumere i principali servizi offerti sul mercato.

1. *Online Banking: ricomprende depositi e prestiti online*
2. *Pagamenti, trasferimenti online e servizi di cambio valuta (Forex) online.*
3. *Monete digitali (criptovalute)*
4. *Wealth & Asset Management online*
5. *Consulenza finanziaria online*
6. *InsurTech*
7. *Tecnologie ed infrastrutture all'avanguardia*

Più nel dettaglio:

1. *Online Banking*: si riferisce alle attività al dettaglio realizzate tradizionalmente dagli intermediari finanziari che includono il risparmio ed i servizi di investimento, può essere suddivisa in 2 sotto categorie:
 - *Depositi online*: comprendono i servizi che permettono alla clientela al dettaglio di depositare il proprio denaro presso gli istituti finanziari.
 - *Prestiti online*: cioè i servizi sia per persone fisiche che per imprese, talvolta le banche possono anche concedere un prestito in cambio di azioni dell'impresa richiedente, questo servizio ricomprende i servizi cosiddetti di "finanziamento alternativo".
2. *Pagamenti, trasferimenti e servizi di cambio valuta (Forex) online*: includono pagamenti, soluzioni per il trasferimento del denaro e servizi di cambio valuta con valute straniere. All'interno della categoria dei servizi di pagamento, grande attenzione hanno ricevuto recentemente i servizi di Mobile Banking che tuttavia per le loro caratteristiche peculiari meritano di essere presentati a parte.
3. *Monete digitali (criptovalute)*: sono monete alternative alle valute legali che a differenza di queste non sono emesse né garantite, cioè "backed", da una banca centrale e non hanno un tasso di cambio di riferimento. La loro caratteristica principale è di essere decentrate, avendo un libro mastro distribuito attraverso un network peer to peer. Il loro valore è dettato dalla legge della domanda e dell'offerta ed esse sono molto esposte perciò alla volatilità di mercato.
4. *Wealth & Asset management*: riguardano i servizi che servono per aiutare i clienti a gestire ed ottimizzare i rendimenti dei loro assets. Ad esempio la consulenza sugli investimenti, ma anche la consulenza fiscale ed i piani di risparmio pensionistici. I servizi FinTech in questo campo sono rivolti all'automazione della consulenza come ad esempio i robo advisors e le strategie d'investimento che vengono codificate in algoritmi.
5. *Consulenza finanziaria online*: riguarda la consulenza finanziaria online per privati o piccole imprese per meglio gestire le proprie disponibilità. Essa può essere fornita da consulenti o da softwares che tentano di ottimizzare i parametri di rischio e le necessità di rendimento.
6. *InsurTech*: si riferisce ai prodotti assicurativi basati sulla tecnologia
7. *Tecnologie ed infrastrutture all'avanguardia*: si riferiscono alle tecnologie ed alle infrastrutture che vengono utilizzate per la fornitura di prodotti e servizi FinTech ed InsurTech.

In figura uno schema riassuntivo:

| Banking | | Pagamenti, trasferimenti e cambio valuta (Forex) |
|---|--|---|
| Depositi | Prestiti e finanziamenti | P2P Mobile Payments |
| Conti correnti | Prestiti P2P a imprese/privati | Mobile wallets |
| conti di deposito | Crowdfunding equity/reward based o su donazione | Pagamenti in real time |
| | Prestiti a bilancio | Strumenti per il cambio valuta |
| | Mini Bonds | |
| | Condivisione dei profitti | |
| | | |
| | | |
| Gestione della finanza personale | | Monete digitali (Criptovalute) |
| | | InsurTech |
| Strumenti di budgeting | Strumenti di pagamento, scambio e conversione in criptovalute | Piattaforme di comparazione per prodotti di InsurTech |
| Piattaforme di comparazione di servizi finanziari | Mining di criptovalute | Assicurazioni P2P |
| | | Assicurazioni on demand |
| | | |
| Tecnologie ed infrastrutture avanzate | Wealth & Asset Management | |
| Distributed Ledger Technologies (ad es. Blockchain) | Piattaforme di comparazione ed aggregazione | |
| Analisi dei dati | Robot Advisors (servizi di consulenza high tech) | |
| Intelligenza artificiale | Piattaforme di social trading e nuove tipologie d'investimento | |
| Cybersecurity | Trading algoritmico | |
| Servizi avanzati su infrastrutture cloud | | |
| | | Fonte: Elaborazione personale da Iclaves(2018) |

Figura 1.2: Servizi finTech

1.4 Il mercato dei servizi FinTech

I servizi FinTech relativi ai pagamenti e trasferimenti di denaro sono quelli più diffusi globalmente (50 per cento), seguiti da quelli di insurance (24 per cento) e dai servizi d'investimento (20 per cento). I prestiti P2P rappresentano la più grande quota di mercato in Europa con un volume stimato di 697 milioni di euro. Il potenziale di miglioramento dell'inclusione finanziaria riguarda specialmente i mercati sottosviluppati, invece per quanto riguarda i mercati maturi questi servizi sono focalizzati sul coprire il gap che c'è tra servizi finanziari tradizionali e nuovi bisogni, migliorando l'esperienza finale del cliente e ponendolo al centro delle strategie d'innovazione. Nei mercati più sviluppati come il mercato UE è evidente la tensione tra il miglioramento dell'accessibilità e della fruibilità dei servizi finanziari attraverso la tecnologia ed una garanzia della fiducia del consumatore e dell'immagine dell'ente che li offre. Gli USA guidano gli investimenti in FinTech a livello mondiale investendo 29 miliardi di dollari, seguiti da Cina, Regno Unito ed India. Uno studio della commissione europea ha stabilito che nel settore FinTech a livello mondiale nel 2018 operavano 3852 aziende. Il paese con il maggiore numero d'impresesono gli Stati Uniti in cui operano 1500 imprese, seguiti dall'Unione Europea in cui ne operano circa 1000, all'interno dell'Unione Europea il paese che ha più aziende del settore è il Regno Unito che da solo ne possiede quasi la metà (il 45 per cento). Le imprese europee inoltre sono più piccole e c'è un grande numero di micro imprese con meno di 10 dipendenti. Cina ed India invece hanno la più alta percentuale di grandi aziende con oltre 500 dipendenti. I servizi FinTech sono preferiti dai più giovani che hanno maggiore dimestichezza con le tecnologie. Tuttavia non sono le competenze digitali a risultare fondamentali per la diffusione di questo tipo di servizi, ma come avviene per i servizi tradizionali, la fiducia riveste un ruolo chiave. I players tradizionali hanno un vantaggio sotto questo punto di vista rispetto alle startup, perchè sono percepiti come più affidabili, sicuri, trasparenti e qualitativamente superiori. Per quanto riguarda le sfide competitive del settore esse possono essere pensate con un approccio multidimensionale che differenzia l'aspetto dell'offerta di servizi FinTech da quello della domanda degli stessi. Dal punto di vista dell'offerta ci sono due tecnologie cruciali per la competizione: le piattaforme online e le tecnologie di elaborazione dei dati. Per quanto riguarda le piattaforme online, esse permettono di far incontrare domanda ed offerta mettendo in contatto le controparti. Esse coinvolgono in tutto tre soggetti: le due controparti e l'operatore che fornisce la piattaforma online. Per quanto riguarda invece la seconda della raccolta e dell'utilizzo dei dati per il miglioramento dei servizi finanziari, essa può rivelarsi una fonte di vantaggio competitivo molto difficile da sostituire o replicare. Dal punto di vista della domanda invece bisogna distinguere principalmente due categorie: la prima riguarda l'accessibilità, l'operatività e la compatibilità con

altre tecnologie. Mentre la seconda riguarda il comportamento del cliente e la sua percezione.

| Prospettiva | | Prospettiva Demand Side | |
|-------------|-------------|--|--|
| | | Accessibilità e operatività dell'utilizzatore | Percezione e comportamento dell'utilizzatore |
| Supply side | Piattaforme | Interoperabilità, standardizzazione | Definizione del mercato rilevante, effetti di network |
| | Data | Portabilità, interoperabilità algoritmi dati, politiche di pricing su misura | Portabilità utilizzo congiunto dei datasets, accesso ai dati, tecnologie d'intelligenza artificiale e collusione sui prezzi. |

Fonte: Rielaborazione personale da Competition issues in the area of financial technology (FinTech), 2018

Figura 1.3: Matrice demand-supplyside

Commento: iniziando dalla parte sinistra alta della matrice dal punto di vista della domanda sotto la prospettiva dell'accessibilità ed operatività si può identificare la questione dell'interoperabilità tra diverse tecnologie e della standardizzazione che può costituire un disincanto all'innovazione. Spostandosi sulla parte destra alta della matrice sotto la prospettiva della percezione e del comportamento dell'utilizzatore possiamo trovare sfide come il mercato rilevante che va identificato e delineato ² Scendendo sulla parte sinistra bassa della matrice si parla di portabilità dei dati, algoritmi per la gestione dei dati e politiche di prezzo su misura per segmento di clientela. Infine passando alla parte destra bassa della matrice è chiaro come l'accesso e l'analisi dei dati siano una risorsa per guadagnare forza sul mercato, come anche sia importante la portabilità dei dati, l'utilizzo e l'analisi di datasets da cui estrarre informazioni rilevanti sul comportamento del cliente e sulla sua propensione al rischio, l'utilizzo dell'intelligenza artificiale a tal fine e la condivisione dei dati con altri intermediari. Analizzando più nel dettaglio le caratteristiche competitive di ciascun servizio che fa parte della classificazione fornita:

²Ad es. domande utili in tal senso possono essere chieste quali sono i potenziali sostituti del servizio) o se esistono ad es. effetti di network che possono incidere sull'adozione di un servizio FinTech da parte della clientela.

Banking: il principale ostacolo per lo sviluppo di un mercato competitivo per questo tipo di servizi è la mancanza di standard regolamentari ben definiti, poichè essi non hanno un'alta intensità di utilizzo.

Pagamenti, trasferimenti e servizi di cambio valuta (forex): questi servizi sono quelli che hanno ottenuto la maggiore attenzione da parte delle autorità competenti. Fattori chiave che possono portare ad una situazione di monopolio o oligopolio con conseguente riduzione della competizione nella loro fornitura sono ad esempio l'accesso ad assets cruciali, come ad esempio i dati. Oppure l'abuso di una posizione dominante per tagliare i competitors fuori dal mercato.

Monete digitali (criptovalute): Il mercato delle monete digitali è caratterizzato da 2 tipi di competizioni:

- la competizione tra valute digitali (anche detto mercato inter-valute digitali).
- la competizione tra gli scambi di valute digitali (anche detto mercato intra-valute digitali).

Questo mercato è caratterizzato da effetti di network. Un'altra questione che potrebbe incidere sulla competizione è la standardizzazione della Distributed Ledger Technology (DLT) ed altri protocolli tecnici. Accordi di qualche tipo sugli standard tecnici da adottare potrebbero avere un effetto sui nuovi entranti ed un impatto sui costi attuali. Questo sub-settore potrebbe anche essere colpito da un divieto di utilizzo sui portali bancari tradizionali come ad esempio i sistemi di pagamento per i trasferimenti bancari. Inoltre si stima che l'introduzione di criptovalute autorizzate e promosse da banche o addirittura da banche centrali potrebbe completamente rimodellare l'attuale scenario competitivo, allargando il pool di concorrenti.

Wealth, Asset Management ed investimenti: la competizione in questo sub-settore si gioca prevalentemente sulle commissioni applicate dai diversi fornitori del servizio, sulla confusione tra diversi servizi (Informazioni, consulenza, management) che rende i confini di ciascuno non ben delinati e sull'utilizzo di algoritmi come strumenti di supporto alla pianificazione finanziaria. Gli effetti dell'utilizzo di algoritmi in questo sub-settore ha effetti potenziali negativi e positivi. Quelli negativi ricomprendono un rischio di una possibile collusione nella gestione degli algoritmi. Quelli positivi invece ricomprendono una maggiore trasparenza sul prezzo ed una migliore qualità/efficienza nello sviluppo dei servizi.

Personal Finance: in questo sub-settore un parametro chiave dal punto di vista competitivo riguarda l'accesso ai dati della clientela.

InsurTech: in questo sub-settore dal punto di vista competitivo critico è l'accesso ai dati e l'impatto che avranno gli algoritmi sui prezzi.

Tecnologie ed infrastrutture all'avanguardia: In tecnologie come ad esempio le DLT o l'intelligenza artificiale non ci sono parametri chiave specifici dal punto di vista competitivo a parte quelli standard (effetti di network, standardizzazione, accesso ai dati). Tuttavia in tecnologie cruciali come quelle citate nell'introduzione, la quota di mercato principale ormai è appannaggio di un numero ridotto di Big Tech e le barriere all'entrata per i potenziali entranti sono molto alte. Questo rischia di limitare la competizione. Vediamo adesso i modelli di business di ciascun servizio FinTech:

Banking: per questo tipo di servizio il modello di business tenta di replicare i servizi tradizionali aggiungendo tramite la tecnologia alcune caratteristiche migliorative. I fornitori di servizi FinTech cercano di potenziare il ruolo attivo della clientela fornendogli più informazioni e gli strumenti per gestire autonomamente le proprie scelte finanziarie. I modelli di business più innovativi riguardano i servizi di prestito: ad es. i prestiti peer-to-peer o le nuove piattaforme di crowdfunding. Sono le piattaforme stesse ad implementare degli algoritmi per valutare il rischio della controparte e decidere se approvare o meno la richiesta di prestito e se la approvano assegnano uno spread adeguato. A quel punto alle condizioni stabilite, sono gli investitori privati o istituzionali a decidere se finanziare o meno il prestito richiesto, quando il finanziamento raccolto per il prestito è completo, esso viene trasferito al richiedente che comincerà a ripagarlo all'interesse prestabilito. Su questo tipo di piattaforme viene offerta anche consulenza ai finanziatori in merito alla diversificazione, viene cioè consigliato loro di finanziare molti prestiti contemporaneamente per ridurre al minimo questo tipo di rischio. Nel caso di prestiti a bilancio sono le piattaforme stesse ad assumersi il rischio di controparte. Per il mercato dei prestiti FinTech non c'è una disciplina armonizzata, ogni paese ha una regolamentazione peculiare. I servizi di prestiti digitali si sono espansi a tal punto che ci sono anche moltissimi istituti di credito tradizionali che han cominciato ad offrire questo tipo di servizi.

Pagamenti, trasferimenti e servizi di cambio valuta (Forex): i servizi di pagamento hanno alcune caratteristiche peculiari che li rendono particolarmente appetibili per le aziende che si occupano di fornire servizi FinTech:

- *Gli operatori tradizionali tendono ad esternalizzare in outsourcing i pagamenti e le tecnologie collegate a questi servizi.*
- *Le abitudini di pagamento sono cambiate negli ultimi tempi e nuove esigenze di pagamento si manifestano continuamente.*
- *Tecnologie di ultima generazione come ad es. la Blockchain sono particolarmente adatte per questo tipo di servizi.*

Le tecnologie permettono economie di scala che rendono i pagamenti più efficienti, veloci e sicuri e con commissioni più contenute. La Bank for International Settlements (BIS) classifica in 3 categorie i servizi di pagamento:

8. *Providers front-end (cioè fornitori di servizi rivolti alla clientela)*: si focalizzano su specifici stadi delle transazioni di pagamento come pre-transazioni, autorizzazioni alle transazioni e fase post-transazione, funzionando da intermediari tra sistemi di pagamento, pagatori e beneficiari del pagamento e fornitori tradizionali di ordini di pagamento e servizi di liquidazione, cioè settlement degli stessi. Essi possono fornire un contatto diretto tra i network in cui vengono presentati gli ordini e quelli in cui vengono liquidati, oppure servirsi di un intermediario. Rientrano in questa categoria ad es. i Payment Initiation Service Providers (Pisp) regolati dalla direttiva PSD2.
9. *Providers back-end (cioè fornitori di servizi rivolti agli intermediari)*: essi forniscono servizi alle banche come ad esempio la cybersecurity, la gestione delle piattaforme IT, l'audit e le operazioni di back office. Solitamente essi lavorano con le banche dall'esterno cioè fornendo un rapporto di consulenza.
10. *Providers end-to-end (cioè fornitori di servizi che si autocompletano senza necessità di un intermediario)*: essi offrono sia servizi front-end che servizi per emettere gli ordini e liquidarli, quindi svolgono tutta la catena dei pagamenti. [18]

1.5 Focus sul Mobile Banking: Presentazione

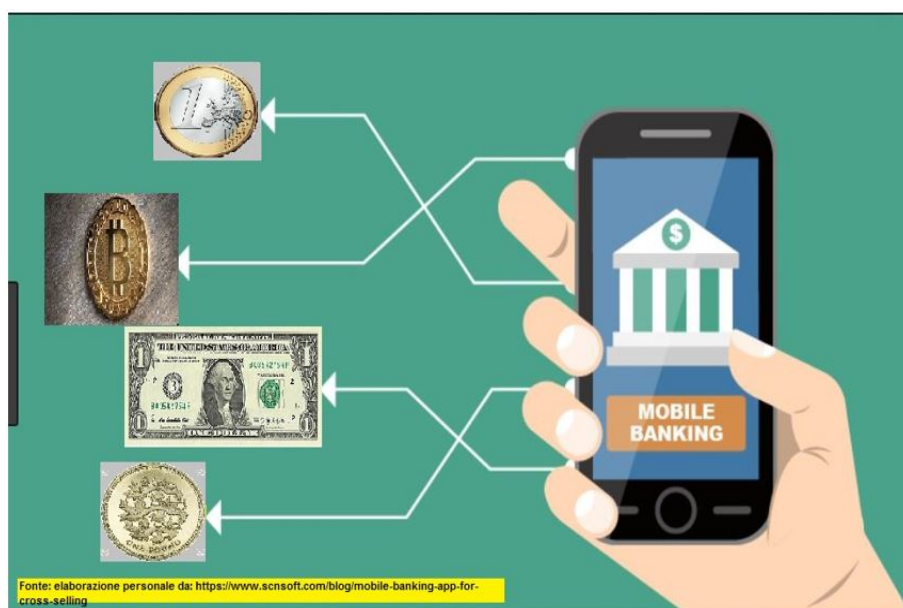


Figura 1.4: Mobile Banking

Nei primi anni '2000, parlando dei nuovi servizi finanziari tecnologici chiunque avrebbe sicuramente dedicato un'attenzione particolare all'*Online (o Home) Banking*. Era quella la novità radicale introdotta dalla tecnologia che permetteva alla clientela di evitare di passare attraverso le sedi fisiche degli intermediari tradizionali operando da casa. Dopo che questa tecnologia ha preso piede su vasta scala, sono nati i primi intermediari esclusivamente online che cioè non possiedono nessuna sede fisica (avendo quindi un bel risparmio di costi e potendo offrire tariffe più vantaggiose rispetto agli altri) come ad esempio *We-Bank* in Italia (fondata nel 1999 ed indipendente dal 2009). L'*Home Banking* può esser visto come uno dei primi servizi FinTech e gli intermediari esclusivamente online come gli antenati delle moderne startup FinTech. Tuttavia ormai l'*Home Banking* è un servizio obsoleto, talmente standard e diffuso che è entrato per così dire nelle regole per competere, ma difficilmente può essere da solo una fonte di vantaggio competitivo. Quindi ha perso decisamente d'interesse, molto più interessante è invece concentrarsi a parlare del cosiddetto *Mobile Banking*, cioè di tutti quei servizi finanziari offerti per essere utilizzati tramite smartphone. Questo settore ha destato l'interesse anche delle grandi compagnie telefoniche, oltre agli attori precedentemente citati, esse sono molto pericolose perchè intermediari imprescindibili per chi utilizza uno smartphone. Oggi con dovute precauzioni (che sembrano esser destinate a sparire in futuro) si potrebbe quasi sostituire la parola banca a smartphone. Un sub-settore chiave del *Mobile Banking* è quello dei *Mobile Payments* che comprende tutti i servizi di pagamento che passano attraverso i devices mobile. Si parla anche di *Mobile Wallets* cioè di portafogli che permettono di effettuare i pagamenti memo-

rizzando le informazioni delle carte di credito o debito sullo smartphone. Gli smartphones sono diventati il principale “hub” per l’acquisto di beni e servizi, più in generale è cambiato radicalmente il modo tradizionale di fare shopping. Questi servizi non solo si sono accostati ai servizi tradizionali di pagamento, ma stanno minacciando di sostituirli completamente. Possiamo dividere in due principali categorie il mercato dei servizi di pagamento: quello dei macropagamenti (sopra ad una certa soglia) e quello dei micropagamenti (sotto ad una certa soglia). Non è difficile affermare che l’impatto più dirompente dei Mobile Payment è avvenuto sul mercato dei micropagamenti ed in generale su quello delle microtransazioni. Fondamentale è stato ed è ancora il miglioramento tecnologico dei telefoni cellulari, è ancora perchè smartphones sempre più smart permettono di sviluppare applicazioni più professionali, complesse ed articolate. Ad oggi nel mondo quasi una persona su due possiede uno smartphone, questo crea un mercato potenziale sempre più ampio da sfruttare e su cui competere. Fra tutti i servizi FinTech che si sono presentati precedentemente, quello del Mobile Banking rappresenta uno dei mercati più appetibili, in ascesa e conteso in assoluto e questo successo è anche indice di un mondo sempre più “cashless”, cioè che cerca di non utilizzare più il denaro contante nelle transazioni. Le banche devono quindi chiedersi per tempo cosa fare con i loro costosi sportelli bancari ATMs (Automated Teller Machines) e come far rientrare il loro investimento in queste tecnologie, se decidere o meno di ridurli gradualmente, rinunciando però alle commissioni sui prelievi di contante. Il nostro smartphone come si diceva è un vero e proprio intermediario finanziario da cui possiamo disporre tutte le operazioni che vogliamo. I professionisti distinguono servizi di Mobile Banking e servizi di Mobile Payments, ma nella realtà questa distinzione si è persa perchè i servizi di Mobile Payments non sono circoscritti ai soli pagamenti ma permettono anche di fare molto altro infatti, sono app all-included.

1.5.1 I servizi di Mobile Banking

L’esempio più semplice di servizio di questo tipo è l’Sms che riceviamo quando disponiamo un’operazione da un nostro conto presso un intermediario finanziario. Rientra tra i servizi di Mobile Banking anche la conferma diretta di disporre un’operazione che ci viene richiesta dall’app installata sul telefono cellulare. Tra i servizi più complessi del Mobile Banking c’è anche il trading sui mercati finanziari o il trasferimento di denaro tra i conti posseduti ad es. presso diversi intermediari. Questi servizi sono forniti attraverso delle app che sono delle vere e proprie piattaforme di Online Banking semplificate e modificate ad hoc per essere fruite da telefono cellulare. Per la fornitura efficace di questo tipo di servizi sono necessarie diverse competenze chiave, i diversi attori in competizione su questo mercato hanno diversi punti di forza e debolezza. Per esempio i punti di forza delle banche tradizionali sono nella gestione dei pagamenti sopra una certa soglia, nella mediazione dei pagamenti e nella gestione dei bonifici. Invece, i grandi players esterni che forniscono questo tipo di servizi svolgendo il ruolo di intermediari (Big Tech, ma in particolar modo gli

operatori telefonici stessi), sono più bravi a gestire pagamenti più piccoli ed a raccogliere informazioni sulle transazioni eseguite tramite questi strumenti. Inoltre, essi rispetto ai players tradizionali di solito possono contare anche su informazioni di localizzazione delle transazioni più dettagliate poichè queste passano direttamente attraverso di loro. Nonostante ciò, il maggior numero di attori che presidiano questo mercato è composto da startup Fintech, cioè prevalentemente da aziende piccole, esse infatti hanno più facilità nell'offrire questi servizi, perchè possono concentrare gli investimenti esclusivamente sull'espansione delle quote di mercato ed il miglioramento dei propri servizi in questo settore ed attraggono con maggiore facilità una clientela più giovane. Oltre a questi attori, anche alcuni venditori al dettaglio stanno introducendo dei servizi nati con l'intento di bypassare chiunque: players tradizionali e non. Ad esempio in Finlandia una società che lavora nell'ambito dell'energia, la **St1 Oy** che possiede una catena di stazioni di servizio in Finlandia, Svezia, Norvegia e Polonia permette ai clienti di pagare direttamente mandando un Sms. I clienti possono richiedere un "security code" che viene associato al proprio cellulare e pagare direttamente con quello invece di utilizzare la carta di credito o altri strumenti di pagamento convenzionali, in questo processo gli intermediari non sono coinvolti. Sebbene siano molte le app di servizi finanziari mobile, si può affermare che queste siano ancora in una fase di sviluppo e di test e non permettano ancora di soddisfare le esigenze più complesse. Per quanto riguarda direttamente i Mobile Payments entro il 2019 ci si aspetta che questi servizi a livello mondiale raggiungano e superino un giro d'affari di oltre 1.000 miliardi, cioè un bilione, questo valore è più del doppio di quello che si aveva nel 2015. In Italia essi hanno avuto una crescita di oltre il 50 per cento, con un valore complessivo attorno ai 30 miliardi di euro e secondo delle stime dell'Osservatorio Mobile Payment del Politecnico di Milano, essi raggiungeranno l'obiettivo dei 100 miliardi di euro per la fine del 2019. Negli Stati Uniti Apple ha creato servizi mobile come Apple Pay, Google ha creato Google Pay, ma molte altre sono le aziende non bancarie che sono entrate prepotentemente nel settore (cioè con l'intento di disintermediare le istituzioni finanziarie tradizionali), c'è una vera e propria guerra in atto per il controllo di questo settore di servizi, chiunque offrirà la migliore customer experience alla clientela se la aggiudicherà. La Bank of America e Wells Fargo & Co, cioè rispettivamente due delle più grandi banche degli Stati Uniti d'America hanno fatto un update agli ATMs per permetter loro di interfacciarsi con app Mobile come Apple Pay e Google Pay. Tutto ciò per agevolare i clienti che devono ritirare denaro ma non dispongono in quel momento del bancomat o della carta di credito, ma solo del loro smartphone. Per riguadagnare controllo sulle quote di mercato perse a causa della disintermediazione, gli intermediari tradizionali devono scendere a compromessi con i players entrati dall'esterno nel settore finanziario, proprietari di questi servizi, ed offrire loro qualcosa in cambio come ad esempio permettere di associare una carta di credito/debito ai loro servizi o una consulenza finanziaria personalizzata o ancora un'assistenza online h24. La crescita dei Mobile Payments è concomitante alla crescita delle preferenze della clientela

per l'E-commerce. Tra i principali drivers per l'utilizzo su vasta scala di questi servizi ci sono sicuramente lo sviluppo della rete 4G (e tra poco si vedranno anche gli effetti che avrà su questo settore la nuova rete 5G in fase di collaudo), il miglioramento della rete telefonica e la maggiore velocità di trasferimento dei dati, così come le soluzioni di crittografia cloud-based offerte dalla tecnologia NFC (Near Field Communication). In particolare la tecnologia NFC è ritenuta dagli esperti avere un grande potenziale anche nel ridurre le frodi, si pensa quindi che ciò permetterà a questo mercato di crescere in futuro. Questo settore non è esente da critiche e genera ancora molte perplessità in capo ai potenziali clienti, infatti è innegabile che salvare i dati personali del proprio conto su uno smartphone sia considerato dai più rischioso. Vediamo nel dettaglio le fasi di un processo di Mobile Payment: esso coinvolge molti attori diversi tra cui il provider del servizio o il gestore del sito web che vende il prodotto, il cliente che possiede il mobile device ed i PISP-payment initiation service providers che gestiscono e controllano le transazioni tra le diverse parti. I pagamenti via Mobile avvengono principalmente attraverso 4 protocolli: WAP/HTML-based, Unstructured supplementary service data (USSD), Short message service (SMS) e tecnologie NFC.

Si possono individuare delle sottocategorie:

- *Il Mobile Remote Payment:* include quei servizi che consentono, anche in remoto, di attivare il pagamento di un bene o servizio con lo smartphone. Essi utilizzano la rete wireless e vengono utilizzati tramite varie piattaforme d'interazione: l'invio di un Sms, la navigazione su siti ottimizzati per essere visualizzati da device mobile o app. Si basano su molti protocolli standard diversi come ad esempio l'Unstructured supplementary service data (USSD) o lo Short message service (SMS).
- *Il Mobile Commerce:* include quei servizi che offrono la possibilità di compiere da smartphone diverse fasi del processo di acquisto: selezione, acquisto, confronto di prezzi e prodotti, configurazione del prodotto ecc. presso negozi virtuali – oltre al pagamento del prodotto/ servizio. Tutto ciò è molto simile all'E-commerce fatto da computer tradizionale con la differenza che viene eseguito su siti ottimizzati per essere fruiti da telefono cellulare.
- *Il Mobile Money Transfer:* include quei servizi che consentono il trasferimento di denaro da persona a persona. Essi possono essere utilizzati anche per mandare pagamenti o trasferire denaro all'estero. Per fruirli si possono utilizzare sia la normale rete cellulare tramite app o l'invio di Sms oppure tecnologie più a corto raggio come ad es. il bluetooth.

- *Il Mobile Proximity Payment:* ovvero POS o token-based, comprende pagamenti elettronici per cui sia necessaria una vicinanza fisica tra l'acquirente ed il venditore del prodotto/servizio acquistato. Sono considerati Mobile Proximity Payment anche quei pagamenti che vengono attivati ad esempio con la scansione del QR-code. Nel Mobile Proximity Payment lo smartphone emula a tutti gli effetti un pagamento tramite carta di credito. In questo caso non si utilizza la rete cellulare standard ma si utilizzano delle tecnologie wireless di comunicazione. In particolare le tecnologie NFC – Near Field Communication. Esistono anche altre tecnologie, ma l'NFC ha prevalso come standard in uso grazie alle sue caratteristiche che ne garantiscono la sicurezza. La ricerca in questo campo sta esplorando se sia possibile direttamente permettere i pagamenti P2P, cioè da persona a persona, utilizzando i rispettivi smartphones attraverso la tecnologia NFC, ma a causa del fatto che l'NFC non è ancora un protocollo standardizzato e che non c'è interesse a supportare l'adozione di questa tipologia di pagamenti, un'implementazione di questo tipo è ancora lungi dall'essere intrapresa.

Problemi di sicurezza relativi al Mobile Banking (cenni): salvare le informazioni della carta di credito o di debito sullo smartphone espone il cliente a gravi rischi e questo è uno dei maggiori ostacoli al largo impiego di questo tipo di servizi. Per questo il mercato del Mobile Banking è ancora rivolto principalmente alle microtransazioni, perchè i clienti sono disposti a “rischiare” solo piccole somme. La fiducia gioca infatti un ruolo chiave nell'adozione di massa di una tecnologia nel settore della finanza. Per migliorare la sicurezza del settore mobile si stanno studiando nuove tecnologie e l'integrazione delle vecchie e delle nuove come ad es. l'integrazione della tecnologia biometrica di riconoscimento dell'individuo (come ad es. riconoscimento vocale, facciale o dell'impronta digitale) con le più obsolete tecnologie di sicurezza standard (ad es. pin, password). Ci si chiede anche se la regolamentazione nei confronti di questo settore sia ad oggi sufficiente per garantire una certa sicurezza agli utilizzatori. Nei paesi in via di sviluppo e sottosviluppati per contro rispetto ai paesi già sviluppati, il pubblico sembra preferire dal punto di vista della sicurezza questo tipo di strumenti perchè ritiene più sicuro un sistema di Mobile Banking piuttosto che avere fisicamente con sè denaro contante o carte di credito/debito. Si prevede che questi servizi che ora affiancano i mezzi convenzionali di pagamento, possano soppiantarli e sostituirli del tutto in un futuro prossimo, purchè vengano superate specialmente le criticità relative alla sicurezza che attualmente permangono ed ostacolano il loro utilizzo su vasta scala e per operazioni che riguardano importi più ingenti. Bisogna infine ricordare che la sicurezza non dev'essere solo garantita ma anche percepita dall'utilizzatore e questo può avvenire grazie anche ad interventi del legislatore tramite normative ad hoc.

1.5.2 Un esempio concreto di azienda FinTech che offre servizi di Mobile Payments: la startup FinTech americana Circle

Un esempio virtuoso di azienda FinTech che ha operato con servizi di Mobile Payments negli ultimi anni è Circle. Circle è molto di più di una FinTech, è anche un accelerator di altre startup FinTech, cioè si occupa di finanziare le FinTech che ritiene migliori. Essa è la prima piattaforma che punta all'investimento in nuove startup FinTech in Europa. Circle gestisce un'app che si chiama Circle Pay per smartphone basata sulla tecnologia blockchain (la stessa su cui si basano le criptovalute), essa permette al cliente di far parte di una rete peer to peer di trasferimento del denaro che permette l'accredito anche dalle chat. L'app viene utilizzata prevalentemente per il trasferimento di piccole somme, essa svolge la funzione di "deposito alternativo del denaro" rispetto al classico conto corrente bancario o conto di deposito. L'ideatore dell'app propone questo esempio per pubblicizzarla e spiegarne il funzionamento basilare che viene qui riportato: "Immagina che andiamo a prendere un caffè al bar e tu me lo offri, ma io ci tenga a rimborsartelo. Poichè sono un utente registrato su Circle Pay posso inviarti un messaggio di richiesta usando la tua email oppure il tuo telefono cellulare. A quel punto riceverai un'email o un SMS che ti inviterà a registrarti su Circle Pay (cosa possibile anche attraverso le credenziali del tuo social network). Ora ti basterà solo collegare la tua carta di credito o di debito all'account creato, accettare la richiesta e riceverai i soldi inviati. Tutto questo processo richiede uno o due minuti, inoltre la prossima volta che esco potrò vedere automaticamente da Circle Pay che sei nelle vicinanze ed inviarti del denaro istantaneamente qualora ti servisse". In caso si volesse rinunciare all'app e riavere indietro l'ammontare versato e non ancora trasferito, il rimborso avviene su un c/c a scelta in meno di 20 minuti. Poichè app come Circle Pay comprendono anche il concetto di scambio di denaro attraverso chat, pur essendo app di Mobile Payments, si usa un termine ancora più specifico per designarle, si parla di *Social Payments*. Si utilizza quest'ultimo termine non tanto per distinguere servizi diversi rispetto a quelli di Mobile Payments ordinari, ma per sottolineare il tentativo dei sistemi di questo tipo di attrarre la fascia più giovane basandosi su strumenti come chat o social network che sono i più utilizzati da questa. D'altronde il pubblico più maturo è poco incline ad utilizzare questo tipo di strumenti e preferisce in primo luogo una garanzia dell'affidabilità della controparte a cui affida il proprio denaro che trova di solito in players tradizionali con già molta esperienza nel settore. Da un'indagine sembra che il sistema sia particolarmente apprezzato tra gli universitari, in particolar modo tra gli studenti che abitano in affitto con altri coinquilini e che hanno necessità di ricevere o restituire piccole somme per le esigenze quotidiane ed aggirare i costi di prelievo del contante o le commissioni su carte di credito/bancomat. Società come Circle credono fortemente nella "tokenizzazione" di tutto quanto, cioè nella possibilità di creazione di valore virtuale corrispondente a qualsiasi oggetto incorpori un valore reale: ad esempio un asset o il denaro contante. Gli inventori di Circle Pay hanno esteso nel tempo le possibilità dell'app che

all'inizio permetteva solo di convertire valute fiat in valute digitali e viceversa. Ciò implica che Circle Pay è nata con i mezzi per connettere monete fiat e monete digitali. Oggi questa piattaforma permette molto di più e cioè di convertire non solo monete digitali in monete fiat, ma anche monete fiat in valute estere, aggirando i costi di conversione ed applicando i tassi di cambio interbancari vigenti ³ sfruttando il peer-to-peer. Il suo funzionamento si può spiegare con un esempio pratico: facciamo finta di essere interessati a convertire cento euro in un equivalente in dollari. Anzitutto i soldi una volta depositati sul conto Circle Pay diventano dei token, cioè gettoni virtuali. Ma a quel punto come fanno a diventare una valuta diversa da quella in cui sono stati inizialmente depositati senza incorrere nei costi di conversione? Ipotizziamo che il tasso di cambio euro/dollaro sia 1.2. Se non ci fossero commissioni ci aspetteremmo di ricevere centoventi dollari per i cento euro che vogliamo convertire, ragionamento opposto vale per un'eventuale controparte interessata al cambio contrario dollaro/euro (che si aspetta quindi di ricevere cento euro per centoventi dollari depositati). Il software di Circle Pay fa proprio questo, trova e mette in contatto utenti che sono interessati al cambio delle valute in senso opposto, fino a coprire il quantitativo che si aspettano di ricevere, a quel punto procede con l'accredito delle somme dovute. Così facendo i soldi non hanno lasciato realmente i confini nazionali, ma solo virtualmente. Questa estensione delle funzionalità dell'app alla conversione in valute estere e non limitata solo al cambio valuta nazionale/criptovaluta è una delle chiavi del successo di quest'app, infatti il problema che ancora oggi hanno le criptovalute è l'eccessiva volatilità, perchè non essendo garantite da un ente come ad es. una banca centrale sono maggiormente esposte al rischio di mercato. Altri fattori che ne hanno decretato il successo sono che è un'app nata per dispositivi mobile e quindi con requisiti di sistema alla portata della maggior parte degli smartphone in commercio ed ancora che utilizza uno strumento molto friendly per un target di più giovani come le chat. Tuttavia questo vasto apprezzamento da parte del pubblico di quest'app (specialmente dei più giovani) non ne ha garantito la sua sopravvivenza, infatti proprio mentre stiamo redigendo questo elaborato l'azienda Circle ha dichiarato di voler dismettere l'app perchè intende rifocalizzare il suo business altrove.

1.5.3 Un altro esempio concreto: la banca Mobile virtuale europea N26

Mentre Circle è una startup FinTech che offre servizi di Mobile Payments, N26 è una banca virtuale di servizi di Mobile Banking. Nata nel 2015 in Germania, ad oggi dispone di una clientela di oltre tre milioni e mezzo di persone su ventiquattro mercati in Europa. Essa è una delle startup FinTech più valutate in Europa e tra le top 10 del mondo. Pur essendo interamente virtuale è equiparata in tutto e per tutto ad una banca reale, quindi poichè operante nell'UE ad esempio è protetta in caso d'insolvenza dal fondo di garanzia dei depositi fino a centomila euro ed assoggettata alle regole sul bail-in. Recentemente ha

³I tassi interbancari non sono quelli applicati sul mercato, ma sono dei tassi che già incorporano uno spread sui tassi reali di cambio di mercato

iniziato a servire anche gli USA, creando un'app ad hoc per quel mercato ed espandendosi per la prima volta fuori dai confini europei. L'obiettivo di N26 è di ottenere rispetto ai suoi competitors servizi più trasparenti e flessibili e soprattutto che permettano di operare in real time. L'azienda sta mettendo in atto una politica di espansione su nuovi mercati, infatti il piano strategico per i prossimi anni prevede di servire anche paesi come il Brasile e l'aspettativa è di raggiungere oltre cinquanta milioni di clienti nel mondo.

Come funziona

Essa permette di creare un conto da smartphone gratuitamente con una procedura che dura meno di otto minuti. Non serve possedere un conto presso un altro intermediario, basta avere un cellulare con una fotocamera adeguata e tenere sotto mano i documenti d'identità, un operatore chiamerà direttamente tramite videochiamata in webcam l'utente per verificarne l'identità. In seguito alla registrazione viene spedita a casa una carta di debito del circuito Mastercard che arriva in due-tre giorni. A questo punto è possibile fare un versamento, ritirare gratuitamente i soldi da qualsiasi ATMs in Europa, o disporre operazioni di qualsiasi tipo dallo smartphone. Tutto avviene tramite l'app da telefono cellulare, i possono effettuare bonifici gratuiti in tutta l'UE ed anche in questo caso c'è la possibilità attraverso il sistema peer-to-peer integrato nell'app (che passa attraverso l'azienda fornitrice di servizi TransferWise) di cambiare i soldi in ben 19 differenti valute senza vedersi addebitare i costi di commissione, ma pagando soltanto i tassi interbancari di cambio vigenti. Sempre dall'app è possibile anche ridurre/aumentare i limiti di spesa mensili o giornalieri. L'app include anche un servizio di moneytransfer chiamato Money-Beam che permette di trasferire soldi istantaneamente ad altri utenti che utilizzano N26. Per quanto riguarda la sicurezza N26 permette l'accesso al proprio conto con l'impronta digitale e la carta eventualmente smarrita può essere bloccata dall'app stessa con un click (non è più necessario chiamare un numero verde di blocco), inoltre ad ogni operazione effettuata l'utente riceve una notifica sul suo cellulare. Sebbene l'app attualmente sia limitata ad operazioni bancarie standard, N26 sta sviluppando funzionalità per gli investimenti e per il risparmio.

1.6 La Direttiva europea PSD2

Per quanto riguarda l'Europa, lo sviluppo del nuovo settore FinTech è stato incentivato dal legislatore con l'emanazione di alcune normative come quella che tratteremo in questo paragrafo. La *Direttiva europea 2015/2366 PSD2 (Payment Services Directive 2)*, che è entrata in vigore il 13 gennaio 2016 con pubblicazione sulla Gazzetta ufficiale, sostituendo la precedente *PSD*, ha svolto un ruolo primario nella trasformazione digitale del settore finanziario ed ha tracciato un'importante linea di rottura con il passato. Essa è nata con lo scopo di promuovere lo sviluppo di un mercato efficiente dei servizi di pagamento, ma anche sicuro e competitivo ed ha introdotto una nuova possibilità per operatori esterni al settore finanziario di svolgere attività d'intermediazione essi stessi, si parla di *Pisp (Payment Initiation Service Providers)*, a tutto ciò è stato attribuito il nome di *Open Banking*, cioè banca aperta. I Pisp costituiscono l'innovazione più importante della PSD2 rispetto alla sua antenata PSD, infatti essi permettono ai soggetti terzi (preventivamente autorizzati) di inserirsi tra la banca ed il cliente realizzando i software che danno la possibilità al cliente finale di disporre i propri pagamenti online senza passare attraverso l'home banking. Un altro degli aspetti più innovativi della normativa è stata la condivisione delle informazioni, cioè l'accesso su consenso della clientela ai dati sensibili anche per le società esterne al settore finanziario. Questi servizi di condivisione che si chiamano *Aisp (Account Information Services)* permettono da un lato agli utenti di avere l'accesso alle informazioni su uno o più conti che si possiedono presso diversi istituti finanziari e dall'altro, previo consenso, di utilizzare o fornire a terzi questi dati qualora li richiedessero. Con l'apparizione dell'Open Banking si sono diffuse anche le *APIs (Application Programming Interfaces)* che hanno permesso di automatizzare i servizi. Le APIs sono i mezzi attraverso i quali un'impresa può condividere funzionalità core all'esterno, poiché basate su piattaforme software e inoltre può permettere agli sviluppatori esterni di creare software per interagirci. Riassumendo gli obiettivi della PSD2, essa mira a rimuovere barriere d'accesso al settore finanziario e favorire l'innovazione costringendo gli intermediari tradizionali ad aprire i loro sistemi contenenti dati sensibili dei clienti ai nuovi entranti nel settore finanziario ed assicurando la continuità nel mercato dando la possibilità a costoro di sviluppare e fornire nuovi servizi finanziari innovativi. Parlando delle varie tecnologie fondamentali che stanno guidando il cambiamento nei capitoli successivi, si capiranno meglio le opportunità offerte da questa normativa specialmente se associate a tecnologie che permettono l'analisi dei dati, infatti la realizzazione di soluzioni innovative e personalizzate passa necessariamente attraverso l'utilizzo attivo dei dati raccolti sulla clientela.

COME CAMBIANO I PLAYER COINVOLTI DALLA PSD ALLA PSD2

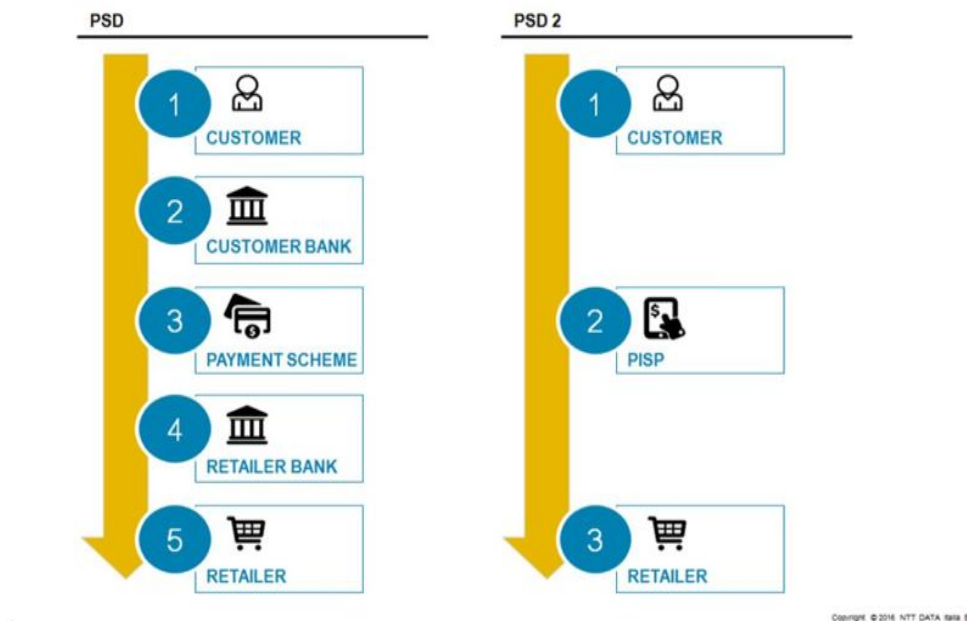


Figura 1.5: Dalla PSD alla PSD2

1.6.1 Gli effetti della normativa:

- 1 *Costi inferiori ed un miglioramento della customer experience, maggiore efficienza, procedure di rimborso più rapide.*
- 2 *Condivisione dei dati dei clienti ed al contempo garanzia di maggiore sicurezza nella gestione dei dati.*
- 3 *Apertura a players esterni:* ha permesso l'accesso al settore finanziario prima precluso a Big Tech e FinTech, ciò non è solo importante per l'abbattimento dei costi connessi ad una maggiore competizione, ma anche per la maggior spinta all'innovazione in prodotti e servizi nuovi.
- 4 *Maggiore scelta per i clienti:* essa permette loro di scegliere applicazioni distribuite da fornitori di servizi (providers) diversi dalle banche per svolgere operazioni tradizionalmente di carattere "bancario".
- 5 *Costi di compliance:* l'obbligo di esporre i propri servizi agli operatori esterni TPP (Third Party Providers) per mezzo di piattaforme dedicate implica un ingente incremento dei costi per le banche che dovranno adottare sistemi di API Management per poter interagire con i terzi. Inoltre l'autorità che si occupa di vigilanza sulla stabilità del mercato bancario europeo, cioè l'EBA (European Banking Authority), ha disposto dei requisiti tecnici RTS (Regulatory Technical Standard) da rispettare nell'interazione tra banche e terzi.

6 *Perdita di volume di business:* I Pisp permettono di bypassare l'home banking tradizionale.

Cioè si permette ai terzi di operare, previo consenso, direttamente sui conti dei clienti, portando alla disintermediazione delle banche, sono i soggetti terzi stessi a diventare i nuovi intermediari. In generale la normativa è costruita per favorire il consumatore. Entrando nel dettaglio della struttura della normativa: l'art. 4 definisce i nuovi servizi ed i soggetti autorizzati ad erogarli, il comma 15 descrive il servizio di disposizione degli ordini di pagamento, il comma 16 descrive il servizio di informazione sui conti. Gli Aisp sono descritti nell'art.4 comma 17 come prestatori di servizi di pagamento che forniscono e amministrano un conto di pagamento per un pagatore. I Pisp sono contenuti nell'art.4 comma 18 come prestatori di servizi di disposizione di ordine di pagamento. L'art.4 comma 19 definisce l'Account Information Service Provider come prestatore di servizi di informazione sui conti. Nel futuro a breve si permetterà anche di pagare direttamente con il credito del telefono cellulare.

1.6.2 Il RegTech

In questo quadro normativo così complesso e costantemente in aggiornamento è intervenuta la tecnologia per permettere alle imprese operanti nel settore di adeguarsi, accanto alle società di FinTech sono nate infatti società di RegTech (Regulatory Technology) che forniscono strumenti tecnologici per migliorare la compliance interna. Una delle priorità del RegTech in assoluto è l'automatizzazione e digitalizzazione delle procedure di controllo antiriciclaggio, si pensa così di poter contrastare più efficacemente e tempestivamente i crimini connessi al riciclaggio. Si sta considerando anche la possibilità di utilizzare alcune delle ultime tecnologie che sembrano avere buone potenzialità ed essere molto impiegabili per lo scopo come ad es. l'intelligenza artificiale.

Più in dettaglio, il RegTech può essere utilizzato per diversi scopi ad esempio:

- **Reporting:** tramite la raccolta automatizzata di dati ed attraverso tecnologie di analisi dei dati.
- **Controllo dell'identità digitale:** per migliorare la lotta antiriciclaggio e contro le frodi finanziarie;
- **Monitoraggio in tempo reale delle normative:** per evitare pesanti sanzioni, dei softwares verificano costantemente le ultime normative e regolamenti emanati dal legislatore.
- **Controllo delle transazioni in tempo reale:** per certificare in anticipo l'affidabilità di ogni operazione che si è verificata ci si può avvalere di tecnologie come ad es. la Blockchain.

-
- **Miglioramento del risk management:** Le imprese che operano nel settore finanziario corrono anche dei rischi che derivano dalle modifiche regolamentari e procedurali (ad esempio capitale minimo di cui dotarsi, limiti più stringenti sulle esposizioni massime) la tecnologia può permettere di gestire al meglio questo tipo di rischi.

1.7 l'Open Banking: quale scenario per il futuro?

Il cosiddetto Open Banking è stato creato dal legislatore UE per permettere alle terze parti diverse dalle banche, cioè i TPP (Third party providers), di costruire applicazioni ed erogare servizi finanziari. Negli intenti del legislatore ciascuno stato membro dell'UE dovrebbe garantire una competizione "fair" senza ostacolarla. Ora è lecito chiedersi perché il legislatore abbia deciso così, aprendo di fatto ad un'epoca di forte competizione e non abbia invece permesso al settore finanziario di rimanere un sistema chiuso in cui gli incumbents potevano spadroneggiare. La risposta è che si è manifestata un'esigenza fuori dal settore finanziario di avere "software as a service" e "platforms as a service" che si è tradotta all'interno del settore finanziario nell'interesse a creare "Banks as a service" e "Banks as a platform". Cosa significano questi termini "as a service" ed "as a platform"? Il primo significa che gli utilizzatori non pagano per il possesso di servizi, ma soltanto una quota o un abbonamento per l'utilizzo di questi. I servizi "as a platform" invece permettono ai clienti di sviluppare e gestire applicazioni senza dover mantenere le costose infrastrutture che sono associate allo sviluppo ed alla gestione delle app. Inoltre in altri settori come ad esempio quello manifatturiero, dell'energia o della sanità, l'idea di condividere le informazioni e di aprire il settore ai players esterni ha avuto successo e si ritiene quindi che anche nel settore finanziario possa essere una mossa vincente. Le direzioni auspiccate dal legislatore sono: una diminuzione dei costi per il cliente finale, un miglioramento della sua esperienza finale, una collaborazione tra diversi attori, una circolazione di know-how per favorire la fusione tra finanza e tecnologia, oltre a nuove fonti di ricavi derivanti da mercati inesplorati ed infine una costante innovazione che si traduca in uno svecchiamento dell'intero settore. Ma da un altro punto di vista l'Open Banking rischia di aumentare la competizione tra banche e soggetti diversi e creare un settore finanziario completamente nuovo in cui il ruolo delle banche potrebbe essere molto diverso da quello che hanno oggi, minacciando addirittura di far sparire le banche tradizionali. Per quanto riguarda PISPs e AISPs, essi possono funzionare solo se la sicurezza durante l'accesso è garantita, il miglior modo per fare ciò è attraverso l'utilizzo di piattaforme APIs. Si è diffuso quindi un nuovo modello di business basato sulle piattaforme che si allontana molto dal modello ad integrazione verticale ed è invece un modello più inclusivo orientato alla creazione del valore creando una collaborazione tra i clienti ed i fornitori di servizi (domanda ed offerta). La creazione di piattaforme APIs può essere costosa e difficile per le banche nel breve periodo, ma i benefici nel lungo periodo sono molto più rilevanti in termini di opportunità ed innovazione nei servizi offerti. La domanda più interessante da porsi non è tanto come cambieranno le banche nel futuro ma come faranno a guadagnare dal momento che l'intermediazione viene a mancare. La risposta risiede nel concentrarsi sulle relazioni con la clientela, làdove non si possono garantire servizi finanziari al top dell'innovazione, si può comunque migliorare il servizio clienti, far leva sull'affidabilità e sulla sicurezza e

rendere più efficaci le procedure di rimborso per eventuali danni subiti per ridurre il potere di sostituzione della clientela. Le piattaforme APIs sono già molto diffuse, infatti le azioni quotidiane come ad esempio comprare un biglietto per un evento o per il treno passano attraverso queste ultime. Grazie a queste i dati che sono in possesso dei players tradizionali possono materialmente essere condivisi con le terze parti per migliorare i servizi offerti sul mercato, ma esse creano anche dei rischi che sono collegati alla privacy ed alla sicurezza dei dati e che possono portare ad importanti danni reputazionali. Le opportunità offerte dalla PSD2 possono creare nuovi settori di business grazie all'aumentare delle linee di prodotti e servizi offerte ed all'aumentare delle piattaforme per fornirle. Infine va detto che sebbene tutto ciò che è "open" possa sembrare una minaccia per gli operatori tradizionali, favorendo quelli esterni al settore, in realtà le banche hanno le risorse per digitalizzarsi e creare alleanze e collaborazioni con alcuni dei loro potenziali competitors (come infatti sta avvenendo con le startup FinTech). Per concludere non si può dire con certezza se le banche tradizionali scompariranno nel futuro. Nonostante le evidenti perdite di quote di mercato e di ricavi a favore di FinTech e Big Tech, le contromisure prese in considerazione sono state serie, sebbene limitate notevolmente dalla recente crisi che si è abbattuta sul settore finanziario globale, si può pensare invece che le banche tradizionali stiano solo vivendo una lunga fase di adattamento e transizione che le porterà ad essere realtà diverse da come le conosciamo ora. Di questo processo il primo step evolutivo evidente è stato il processo di consolidamento e concentrazione del sistema bancario, inoltre i grandi gruppi bancari stanno facendo confluire lentamente il know-how delle startup FinTech di cui comprano quote di partecipazione o di controllo. Uno step successivo che ci si aspetta è l'adozione in massa delle tecnologie chiave di cui si è parlato nell'introduzione e su una parte delle quali faremo un'analisi dettagliata nei capitoli successivi. Dobbiamo prepararci ad uno scenario che va ben oltre alla digitalizzazione delle banche così come le conosciamo, ma che porta, come già effettivamente sta avvenendo alla creazione di devices che sono, con sempre meno limiti, essi stessi banche.

Capitolo 2

Big Data finance: intelligenza artificiale e Machine learning

La quantità di dati e di fonti di dati disponibili oggi è impressionante, non abbiamo mai avuto una disponibilità simile. Basti pensare che per legge chiunque offra un servizio finanziario è obbligato a raccogliere informazioni sulle proprie controparti e con la diffusione di nuovi attori e nuovi servizi FinTech, i dati così raccolti sono aumentati esponenzialmente. Se ciò non bastasse, le nuove tecnologie hanno drasticamente aumentato le fonti di dati da cui attingere e messo a disposizione i mezzi per elaborarle ed estrarre informazioni utili. I moderni computers infatti hanno una potenza di calcolo che permette di processare una mole pressochè illimitata di dati. Accanto a fonti di dati tradizionali come ad esempio i dati storici sui prezzi degli strumenti finanziari negoziati sui mercati di borsa, le nuove tecnologie han permesso di estrarre dati ad es. dai social media, dalle piattaforme di e-commerce, dai feedback rilasciati dalla gente in merito alle proprie aspettative sull'andamento di uno stock o del mercato finanziario nel suo complesso o sulle loro preferenze personali. Non solo, ma alcune tecnologie come ad esempio quelle satellitari o i droni stanno creando fonti di dati alternative a tutte queste.

Bisogna considerare però un altro aspetto della Big Data finance, essa ha creato anche un effetto di “noise”, cioè rumore di fondo molto forte, che disturba un processo di raccolta ed analisi dei dati, questo significa che estrarre informazioni utili dai dati disponibili è diventata un'impresa assai ardua. Per questo lo sviluppo di nuove tecnologie dedicate all'analisi di questi dati da parte degli attori della finanza (siano essi players tradizionali o non) in grado di filtrare questo “noise” è cruciale per non trovarsi in una situazione di asimmetria informativa rispetto ai competitors, oppure per ottenere un vantaggio competitivo.

La tecnologia più promettente sotto questo punto di vista ed alla quale gli operatori finanziari guardano con grande interesse è l'intelligenza artificiale. Per intelligenza artificiale in senso lato s'intende un campo di studio molto vasto che può essere visto come un ramo derivato dall'informatica. Si parla d'intelligenza artificiale per indicare la capacità di replicare da parte di una macchina facoltà tipicamente umane come ad esempio processi

decisionali e di scelta. In maniera semplificata l'intelligenza artificiale può essere riassunta in 4 blocchi:

- 1 **Data mining:** riguarda tutta la fase di raccolta e selezione dei dataset, questa fase sta cambiando molto, mentre tempo fa era interamente svolta da operatori umani, adesso si sta sempre di più cercando di affidare questo compito “a monte” ai softwares d'intelligenza artificiale stessi.
- 2 **Data input:** riguarda come i dati vengono forniti in input al software, si assume che il software abbia accesso alle varie proprietà intrinseche dell' oggetto nel dataset che sta trattando.
- 3 **Data processing and analysis:** riguarda la fase di analisi ed elaborazione dei dati, cioè la fase deputata al learning, essa può essere basata su tecniche statistiche (Machine learning) o su reti neurali artificiali vere e proprie (Deep learning).
- 4 **Data output:** riguarda la fase finale “a valle”, cioè come i risultati vengono presentati dal software, ad esempio se si sono utilizzate tecniche di classificazione si otterranno in output variabili discrete, se tecniche di regressioni variabili continue, se tecniche di clustering, dei gruppi.

Sebbene l'intelligenza artificiale stia trovando applicazioni in molti settori, la finanza è stato uno dei primi ad utilizzarla. Sin da principio, essa veniva utilizzata nei mercati finanziari per analizzare i dati storici dei prezzi negoziati e fare delle previsioni sui prezzi futuri di mercato. Come già accennato Il Machine learning che comprende softwares in grado di autoapprendere dall'esperienza cumulata dall'allenamento su dataset forniti dei quali già si conoscono i risultati, è un sub settore dell'intelligenza artificiale che a sua volta comprende il Deep learning, per semplicità faremo rientrare però nel Machine learning anche una tecnica che viene prevalentemente utilizzata per il Data mining che in teoria sarebbe una fase precedente come lo è ad esempio il *clustering*. Ancora oggi si stanno sviluppando applicativi per prevedere i prezzi sui mercati finanziari, ma l'applicazione si è estesa anche a molti altri settori della finanza. Molte aziende hanno cominciato ad integrare tecnologie di questo tipo per gestire i propri processi interni, ovviamente all'inizio sono stati coinvolti solo i processi più semplici, ma pian piano la percentuale di processi coinvolti sta aumentando. Per quanto riguarda strettamente il settore finanziario l'intelligenza artificiale sta introducendo un cambiamento radicale, poichè come si accennava nel capitolo precedente questo settore più di altri è un settore a ricco contenuto di processo.

Le conseguenze di ciò si riflettono non solo sul venir meno del fabbisogno di forza lavoro umana ma anche sull'esigenza di un know-how diverso da parte degli intermediari finanziari. Infatti, mentre fino a pochi anni fa gli istituti finanziari ricercavano in percentuale molto alta operatori ben formati nel settore della finanza, oggi questa percentuale si

è drasticamente abbassata a favore di informatici, ingegneri, data scientists, tutte figure lavorative che prima erano difficilmente accostabili a questi. Il massimo beneficio dalle nuove tecnologie d'intelligenza artificiale per ottimizzare i processi può essere ottenuto solo tramite un'attenta pianificazione strategica ed un'organizzazione pronta a modificare radicalmente la sua struttura ed il proprio know-how. Relegare questo tipo di tecnologia a specifici processi circoscritti, piuttosto che all'intera governance dei processi finanziari potrebbe rivelarsi addirittura controproducente. Gli investimenti in tal senso sono da valutare in un'ottica di lungo periodo, il vasto impiego della stessa deve permettere economie di scala e portare a modelli di business facilmente replicabili.

2.1 Alternative Data finance

Per Alternative Data finance s'intendono in generale tutte quelle fonti di dati alternative a quelle tradizionali di tipo finanziario che sono state rese disponibili dalle nuove tecnologie. L'Alternative Data finance sta cambiando radicalmente le strategie d'investimento nel settore finanziario. Nonostante si parli di Big Data finance, per certi scopi i dati disponibili potrebbero non essere sufficienti. Si pensi ad esempio alla valutazione del merito creditizio delle imprese, in questo caso si parte dall'analisi dei bilanci aziendali, purtroppo però in alcuni Stati come avviene in Italia con le società di persone, non c'è l'obbligo di rendere pubblici i propri bilanci. Oppure in altri Stati ancora, le normative per redigere gli stessi non sono uguali e quindi i dati pubblicati sono molto diversi fra loro, quindi bisogna fare affidamento su altri tipi di fonti. Sono necessari algoritmi capaci d'integrare fonti di dati tradizionali e non nella valutazione del rischio di credito, come ad esempio l'algoritmo *MORE (Multi Objective Rating Evaluation)* sviluppato dall'azienda italiana *modeFinance Srl*, che elabora dati in input strutturati o non con modelli multivariati di teoria dei giochi e mappe non lineari e mira a trovare l'ottimo paretiano dei diversi parametri di liquidità, solvibilità e redditività, assegnando un punteggio maggiore alle aziende che più si avvicinano a questo ottimo.

In altri settori della finanza però l'Alternative Data finance sembra avere il maggior potenziale, sembrerebbe infatti che questo tipo di dati sia in grado di generare negli investimenti in borsa alfa positivi ¹. Anche in questo campo le normali banche e compagnie d'assicurazione si trovano in difficoltà, esse basano ancora le proprie strategie sulle fonti tradizionali di dati e rischiano di trovarsi in una situazione di asimmetria informativa e di svantaggio rispetto ad altri players che fanno ricorso a queste nuove fonti di dati. Sebbene siano implicati anche nell'utilizzo di questa tecnologia gli attori precedentemente citati, gli attori che stanno ricorrendo più di tutti a questo tipo d'informazioni e che stanno minacciando banche e compagnie d'assicurazione sono principalmente società comunque finanziarie e non del tipo Big Tech o FinTech, ci stiamo riferendo a quelle società che gestiscono ad esempio hedge funds, cioè fondi speculativi, fondi di private equity, fondi comuni d'investimento o fondi pensione. Per dati alternativi s'intendono quelli raccolti ad es. dal "sentiment" online degli utenti sui social media, cioè del loro parere nei confronti dell'andamento futuro di un titolo o del mercato in generale. Altri dati di questo tipo sono i "feedback" che vengono rilasciati da utenti di websites a sfondo finanziario come ad esempio *investing.com* o altri, i dati che possono essere raccolti filtrando le e-mail, le chat ², le videochiamate o i messaggi vocali. Grazie all'analisi del sentiment su twitter con strumenti d'intelligenza artificiale, dei ricercatori sono riusciti nel 2012 a trovare una correlazione

¹Gli alfa esprimono quella parte di rendimento idiosincratICA che non dipende cioè dalla sensibilità all'andamento del mercato (beta).

²Specialmente sulle chat si discute apertamente dopo i recenti scandali venuti alla luce, se società come Facebook o whatsapp non stiano vendendo questo tipo di informazioni, in teoria riservate, a società terze per ricavarne un profitto economico

statistica tra l'andamento dell'indice S&P 500 ed il "mood" cioè lo stato emotivo che traspariva dai tweets analizzati. Tuttavia sebbene alternative queste fonti di dati, la maggior parte di esse non è così inaccessibile, sono cioè pubbliche (ad esempio esistono indicatori di market sentiment visualizzabili da chiunque con una semplice ricerca) o quasi (cioè non richiede costi così proibitivi la loro fruizione), non sono quindi così esclusive da identificare una vera e propria minaccia. Tra queste potenziali fonti di dati, quelle più pericolose per costituire una minaccia sono invece quelle collegate all'utilizzo di strumenti che passano per gestori terzi come ad es. i mobile devices che sono controllati dagli operatori telefonici e dalle case produttrici o specifiche tecnologie proprietarie ed altamente all'avanguardia come i satelliti o i droni, la cui fruizione è riservata ad un'élite molto ristretta di signori della finanza.

2.1.1 Focus sulle tecnologie satellitari come fonti alternative di dati

Abbiamo deciso di focalizzarci in particolare sulle tecnologie satellitari perché tra tutte ci son sembrate quelle più critiche a causa dell'esclusività del loro utilizzo per il loro altissimo costo di fruizione. Non solo le fotografie scattate dai satelliti stanno creando risultati interessanti nell'ambito finanziario, ma anche le funzioni di geolocalizzazione che vengono implementate sui dispositivi mobile. Kate Moore chief equity strategist della famosa società d'investimento BlackRock afferma che i dati provenienti dallo spazio possono offrire un sensibile vantaggio competitivo agli investitori. Secondo un report di Markets and Markets il business che ruota attorno all'analisi di immagini ottenute dai satelliti geospaziali tramite algoritmi d'intelligenza artificiale passerà, quadruplicando il suo valore, dai 2,77 miliardi di dollari del 2016 a 10,21 miliardi di dollari nel 2021. Nuove startup come SpaceKnow nata del 2015 a San Francisco si stanno occupando dell'analisi tramite l'intelligenza artificiale di milioni di dati satellitari. Quest'azienda ha analizzato in particolare fotografie degli stabilimenti di produzione cinesi che hanno permesso di estrapolare dati concreti sui livelli di produzione delle industrie manifatturiere cinesi, questo ha portato addirittura alla creazione di indici specifici già disponibili su piattaforme come Bloomberg come ad esempio il China Satellite Manufacturing Index. Altre startup come Orbital Insight, nata nel 2016 in California, stanno studiando la quantità di scorte di petrolio di una qualsiasi nazione target, elaborando le fotografie sul transito delle petroliere nei porti o di autocisterne. In maniera simile si possono anche monitorare i flussi commerciali di import/export di ciascuna nazione, è questo lo scopo della startup informatica Eagle Alpha fondata da un ex banker di Morgan Stanley, Emmet Kilduff. Bisogna inoltre ricordare anche il vantaggio che può derivare dalla fotografia diretta di campi agricoli che possono svelare in anticipo informazioni sensibili come ad esempio se un raccolto è o meno abbondante. C'è infatti un vasto mercato finanziario di prodotti derivati connessi ai prodotti agricoli come il grano, le arance, l'orzo, la soia, il caffè ecc. Inoltre si può anche capire in anticipo con questo tipo di informazioni se si sta per abbattere una tempesta o un qualche tipo di cataclisma che potrebbe inficiare gravemente i raccolti. Col passare del tempo queste fotografie stanno diventando anche molto più precise, oggi hanno un errore quantificabile in qualche decina di centimetri, destinato a diminuire. Un altro esempio di utilizzo dei satelliti riguarda le operazioni finanziarie, gli intermediari infatti utilizzano il timestamp per registrare l'ora esatta in cui si è verificata l'operazione in modo da rendere ciascuna univoca e riconoscibile, questo può avvenire solo grazie ai precisissimi orologi atomici satellitari. Il vantaggio ottenibile dalle fonti di dati alternative provenienti dai satelliti è stato ulteriormente testato, come riportato da un articolo de *Il sole 24 ore*, da alcuni ricercatori americani dell'università della California e del Kentucky. Essi hanno utilizzato le foto satellitari fatte ai parcheggi di alcuni dei più importanti centri commerciali quotati in borsa degli Stati Uniti come Walmart, Starbucks, Costco, Whole foods, per guidare la propria strategia d'investimento. Questi dati sono stati forniti da società specializzate come RS Metrics, il lavoro

dei ricercatori è stato quello d'interpretare come un segnale rialzista (comprando il titolo) la presenza di molte auto nei parcheggi ed un segnale ribassista (vendendo il titolo) il contrario. Inoltre il prezzo non è stato mosso significativamente da questa strategia esplicita, nonostante non la stessero seguendo solo loro, ma anche molte altre società d'investimento, questo vuol dire che tutti gli altri investitori non in possesso di questo tipo d'informazione hanno investito trovandosi in una situazione palese di asimmetria informativa. Il risultato è stato sconvolgente, una performance del 4,7 percento superiore a quella media del benchmark di mercato. Non solo le fotografie, ma anche dati inerenti alla geolocalizzazione potrebbero essere sfruttati a proprio vantaggio. Si pensi ad esempio all'ipotesi di una fusione tra due aziende di due paesi diversi, è ovvio che informazioni sui luoghi visitati e sulla frequenza delle visite fatte dai principali manager delle società in questione potrebbero dare pesanti indizi sulla fondatezza delle voci. Sebbene dati di questo tipo tutto sommato non siano strettamente riservati, è chiaro che sono in pochi a poter disporre di questo tipo d'informazione privilegiata, per cui si stanno aprendo dibattiti specialmente negli USA ³, se siano fonti di dati lecite o se debbano essere in qualche modo regolamentate dalla *SEC* (*Securities and Exchange Commission*) ⁴. Concludiamo guardando all'Europa dove da poco è diventato operativo il sistema satellitare Galileo, primo sistema interamente certificato e concorrente diretto del più obsoleto GPS (Global Positioning System) americano, con lo scopo di migliorare la qualità e la precisione dei servizi già disponibili come ad esempio la geolocalizzazione, grazie anche alla sua interoperabilità con questo. Si ritiene che Galileo migliorerà tutti i servizi che prima erano fruiti attraverso il GPS e migliorerà la sicurezza offerta degli stessi, che nel settore finanziario è fondamentale. Infatti il GPS, poiché sistema nato decenni fa, era maggiormente esposto a pratiche di hackeraggio che ad esempio potevano permettere di simulare transazioni finanziarie fittizie o di modificarne l'ora, cioè di manipolare i dati raccolti. Con Galileo inoltre le banche potranno monitorare con maggiore affidabilità il trasporto di preziosi, oro e banconote. Galileo sarà un'arma in più anche per le compagnie d'assicurazione che potranno controllare costantemente e con una grande affidabilità la posizione dei beni assicurati.

³Poiché le altre nazioni non riescono a coinvolgere allo stesso modo su temi inerenti ai mercati finanziari in maniera così appassionata l'opinione pubblica

⁴La SEC è l'equivalente della CONSOB italiana, cioè l'organo preposto per il controllo e la regolamentazione dei mercati di borsa negli Stati Uniti d'America.

2.2 Focus sull' impatto dell'intelligenza artificiale sui settori della finanza:

Di seguito viene riportata una lista dei settori in cui si stanno cercando di applicare o vengono già applicate le tecniche d' intelligenza artificiale, riferendoci in particolar modo al Machine learning ed al Deep learning.

1. **Risk Management automatizzato:** il risk management è sempre stato cruciale per imprese appartenenti all'ambito finanziario e per imprese che operano in altri settori, esso non è solo importante per la salvaguardia del capitale sociale e degli interessi degli stakeholders, ma anche per le decisioni strategiche. Quindi detto ciò è facile capire le enormi potenzialità relative all'automatizzazione dei processi di risk management attraverso l'ausilio dell'intelligenza artificiale. Moltissime sono le possibili fonti di rischio, solo per citarne alcune ad esempio: la minaccia costante posta dai concorrenti diretti ed indiretti (cioè dei produttori di beni sostitutivi o dei potenziali entranti nel proprio business), rischi di mercato, rischi di controparte, rischi operativi, rischi di tasso d'interesse o rischi collegati ad una variazione della normativa vigente. In aggiunta a queste come abbiamo potuto vedere nel capitolo precedente c'è anche la minaccia collegata in generale alle nuove tecnologie che se da un lato hanno il potenziale per migliorare, dall'altro rischiano di rendere il know-how posseduto obsoleto e possono costituire perciò una seria minaccia se non si prendono le adeguate contromisure.⁵ La differenza tra attori che operano in diversi settori risiede principalmente in quanto sono esposti a ciascuna delle fonti di rischio citate e ad altre. Ad esempio è ovvio che i players finanziari siano più soggetti di altri ai rischi di mercato, di tasso d'interesse, di controparte e di cambiamento della normativa vigente, poichè è connaturato nell'attività finanziaria esporsi sul mercato o svolgere il ruolo di credit lenders/borrowers ed essere soggetti al controllo serrato da parte delle autorità ed alle loro disposizioni. Poichè le fonti di rischio sono così diverse è evidente che non è sufficiente la raccolta dei dati ma è necessario che dei softwares li filtrino per associare i dati raccolti a ciascuna tipologia di rischio e così permettere di monitorare delle variazioni nel profilo di rischio complessivo. Questo è il compito perfetto per degli algoritmi di Machine learning o Deep learning che in questo modo permettono di automatizzare la gestione del rischio.
2. **Credit scoring:** le banche e le compagnie assicurative per legge devono raccogliere enormi quantità di dati sulle controparti, sulle loro transazioni, sulla regolarità dei pagamenti ricevuti. Questa montagna di dati è il cibo perfetto da dare in pasto agli algoritmi di Machine learni, in alternativa si possono anche acquistare i dati necessari da terze parti. Tutto ciò è finalizzato ad automatizzare il processo con cui si valuta

⁵cosa che han fatto ad esempio gli intermediari tradizionali facendo da incubators o seed accelerators alle startups FinTech.

il merito di credito della controparte, senza così impegnare del personale umano nel fare questo. Sono nate startup che si occupano di fornire soluzioni in questo senso agli intermediari finanziari tradizionali che ancora sono indietro per quanto riguarda la costruzione di modelli di credit scoring basati sull'intelligenza artificiale, un esempio è *Zest Finance*.

- 3. Gestione dei dati personali e maggiore personalizzazione della relazione col cliente:** una gestione efficiente dei dati raccolti può generare un vantaggio competitivo, non solo sono disponibili tanti dati, ma essi spesso sono grezzi e non strutturati. Integrare i dati con il machine learning è essenziale per estrarre un'informazione utilizzabile, i tools d'intelligenza artificiale hanno questo scopo: trasformare ciò che è grezzo in informazione utilizzabile. Il risultato non comprende solo vantaggi in termini di maggiori profitti, ma anche di migliori soluzioni offerte su misura ed una maggiore comprensione delle esigenze della clientela. Una migliore offerta personalizzata implica anche una relazione con la clientela più profonda e di lunga durata, causando una minore inclinazione della stessa a sostituire l'intermediario con un altro. Inoltre l'analisi dei dati può aiutare anche a fare un'offerta customizzata per ciascun cliente in base al suo comportamento passato. Si può anche migliorare il cosiddetto Customer lifetime value (CLV) cioè il riuscire a fare delle analisi predittive sull'effettiva profittabilità di un cliente piuttosto che un altro, permettendo agli intermediari di scegliere tra clienti profittevoli e non. Anche per quanto riguarda il supporto alla clientela la gestione dei dati sta avendo effetti importanti, infatti essa permette di offrire un supporto più automatizzato, accurato, personalizzato, efficiente e meno costoso. Tra le maggiori innovazioni in questo ambito rientrano ad esempio le chatbots per l'assistenza della clientela che stanno venendo sviluppate da aziende come Kasisto.

- 4. Sistemi di sicurezza, antifrode ed antiriciclaggio:**

Si stanno sviluppando algoritmi che permettano di prevenire o rilevare le attività criminali, la caratteristica più utile di questo tipo di sistemi è che permettono un monitoraggio in real time. Assieme all'aumento esponenziale dei dati in possesso degli intermediari finanziari si è assistito ad un parallelo aumento del problema della sicurezza di questi dati. Le nuove tecnologie di sicurezza come ad es. biometriche, di rilevamento facciale o digitale fanno ampio uso dell'intelligenza artificiale. La sfida in questo campo è di evitare i falsi positivi, cioè situazioni che sembrano illegali ma non lo sono affatto. Aziende come Mastercard stanno studiando le spese e le abitudini dei propri clienti per scovare attività fraudolente. Il tempo di reattività all'illecito è molto importante in questo settore, poichè prima l'intermediario lo rileva e prima può bloccare il conto del cliente limitando i danni. Per la rilevazione delle frodi i passi fondamentali sono i seguenti:

- Ottenere campioni di dati per la stima dei modelli ed il testing preliminare
- Scelta del modello più adeguato da adottare
- Fase di testing ed implementazione

Anche nei mercati finanziari i tools d' intelligenza artificiale possono permettere di capire se ci sono stati dei tentativi di manipolazione e contrastarli tempestivamente. L'utilizzo di questi sistemi per identificare tra operazioni legali e frodi è già realtà ad esempio per aziende come Paypal.

5. **Trading algoritmico:** un altro nome con cui ci si può riferire allo stesso concetto del trading algoritmico è quello di sistemi di trading automatici. Quando si opera sui mercati finanziari per fare trading, l'analisi veloce ed in real time dei dati è più importante che altrove perchè ogni secondo può essere cruciale. Sin dagli anni '70 si stanno tentando di sviluppare delle tecniche per prevedere l'andamento dei mercati finanziari. Gli algoritmi di Machine learning sono deputati a creare strategie basate su modelli statistici che prevedono l'evoluzione del mercato basandosi sui dati storici. In questo caso i dati vengono raccolti da molte fonti diverse, non solo dai prezzi storici del mercato, ma gli algoritmi stessi sono capaci anche di interpretare le fonti di dati alternative di cui si accennava, come i "sentiment" cioè le aspettative ottimiste o pessimiste della gente che rilascia il proprio parere sui blog o sui social media, o ancora se le breaking news sono positive o negative per una certa posizione aperta. Il trading algoritmico permette inoltre di operare su diversi mercati e su moltissime posizioni contemporaneamente h24. Molti fondi d'investimento, hedge funds e più in generale società d'investimento stanno usando tecnologie di questo tipo sebbene abbiano interesse a non divulgare pubblicamente i metodi che utilizzano per investire. Si parla oggi di *High frequency trading* per definire quelle operazioni automatizzate che avvengono sul mercato con altissima frequenza (dell'ordine delle frazioni di secondi) e che vengono effettuate direttamente da algoritmi di intelligenza artificiale. L'utilizzo massiccio del trading di questo tipo da parte degli enti finanziari ha reso tuttavia i mercati molto volatili. Gli esperti ritengono che eventi estremi come ad esempio il repentino crollo in borsa dell'indice Dow Jones del 6 maggio 2010, che viene ricordato anche con il termine "Flash crash", siano strettamente collegati a ciò.
6. **Automazione dei processi:** questa tecnologia sta permettendo di sostituire il lavoro umano e rendere automatici compiti ripetitivi. Un esempio pratico sono le chatbots o i call center automatici di assistenza alla clientela.
7. **Consulenza finanziaria (robo-advisory):** in questo campo si utilizzano gli algoritmi per aiutare i clienti a soddisfare i propri bisogni finanziari. Il software riceve in input dei dati inseriti dall'utilizzatore come ad esempio il rischio massimo tollerabile

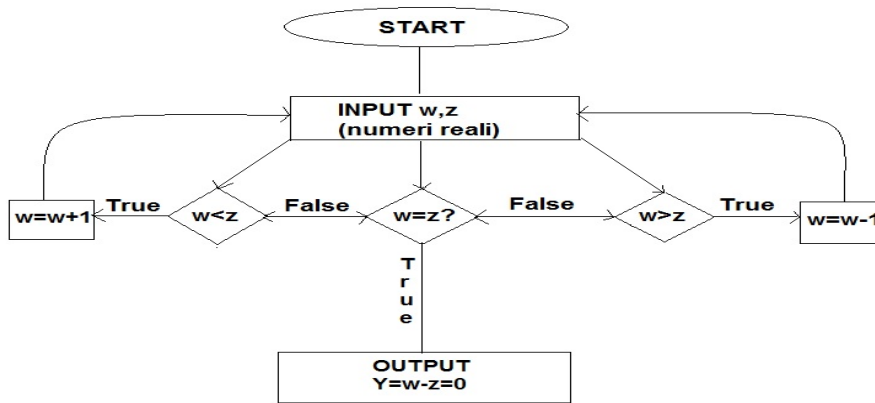
o quello minimo, il rendimento massimo e minimo sperato, l'orizzonte temporale d'investimento, il reddito attuale e la ricchezza complessiva posseduta. Il robot advisor, nonostante il nome, spesso non si riferisce a nessun robot fisico per come possiamo intenderlo, ma semplicemente ad un sofisticato algoritmo d'intelligenza artificiale che sostituisce in tutto e per tutto il consulente finanziario tradizionale consigliando le asset class migliori per le esigenze del cliente. Tuttavia questi softwares potrebbero essere manipolati per far coincidere le esigenze del cliente con l'offerta dell'intermediario, restituendo soluzioni di output ottime volutamente condizionate a priori. Esempi di aziende che si occupano di implementare servizi di robo advisory nel settore finanziario sono Betterment e Wealthfront. Questa consulenza innovativa sta avendo molto successo tra le nuove generazioni che non sentono il bisogno di un consulente finanziario tradizionale (anche perchè non ci hanno mai avuto a che fare probabilmente), mettendo in crisi la consulenza finanziaria tradizionale.

2.3 Che cos'è il Machine learning e nozione di algoritmo

La statistica che si occupa strettamente di studiare la validità di relazioni causa-effetto costituisce la base da cui è derivato il Machine learning che invece è più concentrato sul valutare la bontà predittiva di un modello costruito su un algoritmo nella sua applicazione ad un nuovo dataset. In questa parte del capitolo quindi vedremo in dettaglio le teorie statistiche alla base del Machine learning e poi vedremo un esempio di una loro applicazione concreta nel caso di un semplice problema di classificazione binaria utilizzando il modello di regressione logistica, la sezione dedicata a questa regressione (che sebbene si chiami così serve per risolvere in realtà un problema di classificazione binaria) quindi partirà da un approccio statistico ma finirà con un vero e proprio approccio Machine learning.

I dati possono essere di diverso tipo, di diverse fonti e si differenziano ulteriormente in dati strutturati o non strutturati. I tools computazionali possono essere addestrati per estrarre informazione da datasets molto vasti, come farebbe un umano ma in maniera più efficiente e soprattutto automatizzata. Il Machine learning può essere visto come algoritmi che cercano la risoluzione di un problema e che si ottimizzano automaticamente attraverso l'esperienza cumulata. Un algoritmo può essere definito come una procedura che eseguendo in un determinato ordine un insieme finito di istruzioni elementari, permette di ottenere un risultato (output). Qualsiasi algoritmo può essere rappresentato attraverso un diagramma di flusso.

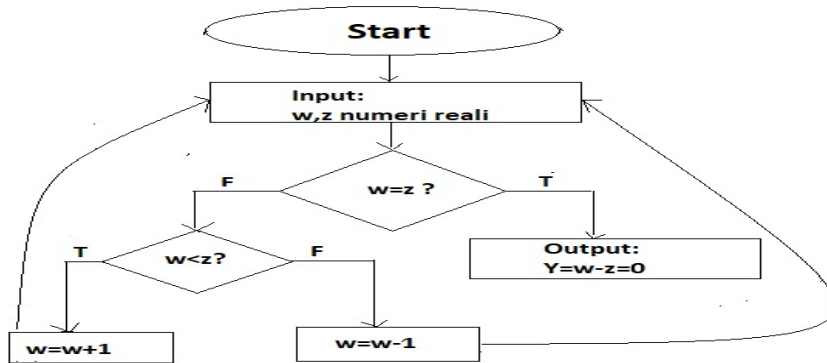
Esempi di algoritmo: Vedremo ora 2 esempi di algoritmo che portano a termine lo stesso task banale, essi hanno un'efficienza diversa, il primo è infatti meno efficiente del secondo:



Questo banale algoritmo testa i 3 operatori logici \geq sui due valori input w e z (numeri reali), finché essi non coincidono, somma o sottrae 1 unità ad uno dei due: w , esso è progettato per farli coincidere, come output restituisce la loro differenza e cioè zero.

Fonte: mia elaborazione

Figura 2.1: Esempio d'algoritmo inefficiente



Lo stesso algoritmo presentato in precedenza per lo stesso task, restituire un output $Y=0$ come differenza delle due variabili, ma stavolta più efficiente rispetto a quello precedente.

Fonte: mia elaborazione

Figura 2.2: Esempio d'algoritmo efficiente

Gli algoritmi hanno delle proprietà:

- 1 **Finitezza:** il numero di step d'istruzioni elementari dev'esser finito.
- 2 **Non ambiguità:** le istruzioni devono essere semplici, chiare ed i risultati sempre uguali cambiando l'interprete dell'algoritmo.
- 3 **Realizzabilità:** dev'essere sempre eseguibile.
- 4 **Scalabilità:** cioè essi si adeguano alle variazioni della quantità e complessità dei dati che trattano in input e possono essere eseguiti su computer con diversa potenza di calcolo.

Tuttavia un compito complesso è troppo difficile da decodificare in un solo algoritmo, qui entra in gioco il Machine learning che utilizza algoritmi costruiti su metodi statistici per poter modellizzare situazioni con migliaia di inputs o tecniche statistiche per analizzare datasets molto vasti. L'obiettivo primario del Machine learning è la previsione, cioè la capacità di applicare un modello (di diverso tipo a seconda del problema che si è tentato di risolvere) che ha funzionato su un dataset conosciuto a nuovi datasets sconosciuti con il minor margine d'errore possibile. Gli input di questi algoritmi sono i dati contenuti nel dataset, che possono essere visti anche come l'esperienza che viene fornita al software per apprendere. I dati possono essere di diverso tipo ad esempio: numeri, audio, immagini o testi. Il Machine learning si occupa di ottimizzazione, previsioni e categorizzazioni automatizzate, non di trovare relazioni causa-effetto che è invece appannaggio della statistica. Quindi per fare un esempio concreto si possono trovare algoritmi di Machine learning che servono per prevedere se il debito di un'azienda sarà di tipo Investment grade o high yield (speculativo) tra un anno, ma non si trovano algoritmi di Machine learning che spieghino quali fattori hanno influito sulla creazione del debito attuale ed alzato il tasso d'interesse richiesto dai potenziali sottoscrittori.

Un approccio Machine learning include i seguenti passi:

1. *Definizione del problema da dover risolvere (ad es. se problema di classificazione o di regressione)*
2. *Preparazione dei dati*
3. *Valutazione del tipo di algoritmi da utilizzare*
4. *Perfezionamento e miglioramento dei risultati ottenuti*

Focus sulla preparazione dei dati

La seconda fase di preparazione dei dati merita un approfondimento aggiuntivo, che si presenta qui di seguito: i dati devono essere anzitutto pre-processati, per far ciò si utilizzano diverse tecniche come ad esempio normalizzarli su una scala di misurazione

comune o filtrarli secondo una regola comune ad es. in modo che appartengano ad uno stesso range. Un'altra tecnica utilizzata è la rimozione della media, essa serve per centrare in zero e rimuovere i bias da ciascun gruppo di dati omogenei. A questo punto bisogna estrarre le caratteristiche dal dataset. Questo è un tipico problema di classificazione, essa può essere già stata definita a priori oppure no. Ad esempio se si sta trattando un dataset di prezzi storici di azioni sul mercato finanziario, le diverse caratteristiche di ciascun oggetto potrebbero essere il prezzo d'apertura, il prezzo di chiusura, il prezzo massimo giornaliero ed il prezzo minimo giornaliero. Queste caratteristiche sono riassunte in un vettore chiamato vettore delle caratteristiche. Supponendo n caratteristiche finite il vettore delle caratteristiche assume questa forma: $\bar{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, esso è un vettore che appartiene ad uno spazio n -dimensionale $\bar{x} \in R^n$. Tuttavia se le caratteristiche non sono state definite a priori entra in gioco la probabilità perchè i dati saranno assegnati ad una certa classe che descrive una loro caratteristica con un certo margine d'errore. Si richiede anche una regola di classificazione.⁶ Ad esempio se consideriamo un oggetto con due caratteristiche o classi a cui assegniamo 0 e 1 per semplicità con la stessa probabilità $P(0) = P(1) = 0.5$ che potrebbero essere aziende solventi ed aziende in default, allora le caratteristiche osservate dell'oggetto indicato come vettore di caratteristiche dipenderanno dalle probabilità condizionali $P(\bar{x}|0)$ e $P(\bar{x}|1)$. Quindi data un'azienda solvente (0) osservo come caratteristiche che ad es. è regolare nei pagamenti, ha un credito verso di me inferiore ad un tot ecc.

Solitamente inoltre il dataset viene suddiviso in due parti: una chiamata training set che fornisce l'esperienza al software e che contiene dati d'esempio già etichettati e l'altra chiamata test set che costituisce il primo banco di prova per riutilizzare il software allenato su altri datasets. In aggiunta a questi due, talvolta si utilizza anche un validation set che serve per esaminare lo scostamento del valore del risultato atteso e per tenere sotto controllo che l'apprendimento del programma proceda nella direzione auspicata. Le dimensioni di queste partizioni sono a piacere e dipendono dalla grandezza del dataset, tuttavia a volte si utilizzano percentuali standard come ad es. un training set formato dal 50 per cento dei dati, un test set formato dal 25 per cento dei dati ed un validation set formato dal restante 25 per cento. Più dati si hanno a disposizione e maggiore è l'esperienza che si può fornire al software, tuttavia non è detto che molti dati caotici possano generare maggiore esperienza e quindi migliorare la performance finale. Si può fare un paragone umano molto semplice per capire ciò: un alunno che studia da un libro molto vasto con contenuti disorganizzati e dispersivi, difficilmente otterrà migliori risultati di un alunno che ha studiato da un libro più sintentico ma meglio organizzato. Anche l'etichettatura rientra tra le fasi preliminari per quelle forme di learning cosiddette supervised, tuttavia per essere facilmente identificabili dall'operatore umano queste etichette spesso sono parole, perciò vanno codificate in numeri che il software possa interpretare. [22][20]

⁶Come ad es. lo è il teorema di Bayes che verrà enunciato di seguito riferendosi ai classificatori bayesiani.

Ci sono molte categorie di algoritmi di Machine learning, esse cambiano a seconda dell'intervento dell'uomo richiesto per scremare ed etichettare i dati in fase iniziale.

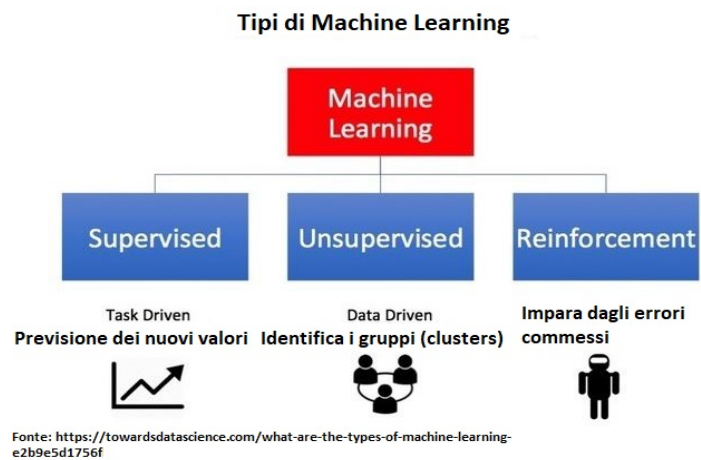


Figura 2.3: Tipi di learning

Nel dettaglio:

- **Supervised learning e Semi Supervised learning:**

In questo tipo di learning all'algoritmo viene dato un dataset su cui allenarsi, tutte le osservazioni contenute nel dataset contengono etichette che le contraddistinguono. Ad esempio un dataset che raccoglie transazioni finanziarie avvenute potrebbe contenere per alcune osservazioni delle etichette che identificano quelle che sono illegali e quelle che sono lecite, così facendo l'algoritmo può imparare a capire come etichettare le osservazioni rimanenti nel dataset. Nel supervised learning il software impara una regola di etichettatura che viene poi utilizzata per contraddistinguere nuovi dati. Esempi di algoritmi di supervised learning sono: regressione lineare, regressione logistica, classificatori bayesiani. Si parla invece di semi supervised learning quando alcuni dati del dataset sono etichettati mentre altri no, il software fa ampio uso di dati non etichettati per allenarsi e di dati etichettati per testare la propria efficacia. Esso viene utilizzato quando è difficile o costoso etichettare tutti i dati del dataset ma è molto più conveniente etichettarne solo una porzione molto ristretta. Però bisogna dare all'algoritmo dei criteri per comprendere se il set fornito è adeguato per i suoi scopi di apprendimento.

- **Unsupervised learning:**

In questo caso il dataset che viene sottoposto all'algoritmo è privo di etichette identificative. Viene richiesto direttamente all'algoritmo di trovare le caratteristiche comuni all'interno del dataset e creare dei gruppi omogenei di dati, ovvero dei "clusters" di

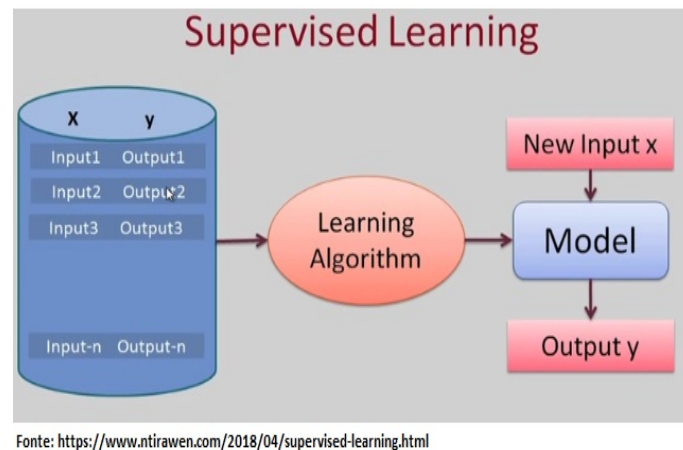


Figura 2.4: Supervised learning

dati, in statistica si parla di tecniche di clustering, ma ce ne sono molte altre, questa però è una della più diffuse. Così facendo questo tipo d'apprendimento può rilevare le anomalie, cioè gli outliers. Ad esempio dei clusters potrebbero raggruppare le transazioni finanziarie avvenute in una certa data (ad es. le transazioni suddivise per giorni), o in base al loro ammontare o se verso paesi stranieri piuttosto che nazionali. Solitamente algoritmi di questo tipo vengono utilizzati principalmente per il data mining iniziale, infatti di solito si fa un learning su dati già etichettati.[41][20]

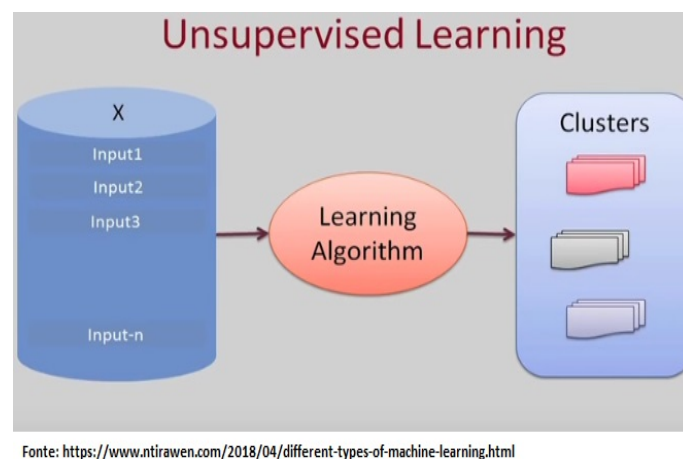
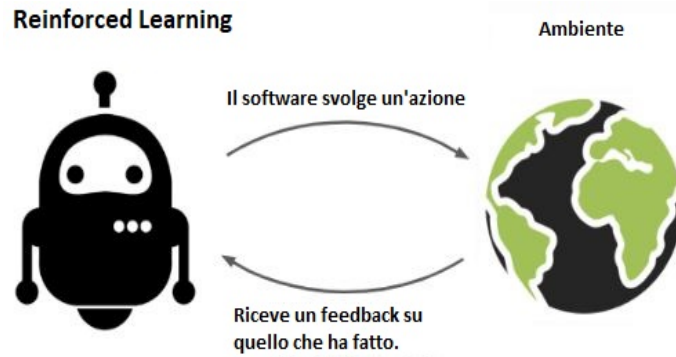


Figura 2.5: Unsupervised learning

- **Reinforcement learning:**

Anche in questo caso il dataset sottoposto all'algoritmo è privo di etichette identificative, esso comincia ad agire sulle osservazioni del dataset ad es. creando dei clusters come prima, solo che stavolta riceve dei feedback da degli agenti umani sul

suo prodotto finale. Tuttavia questo tipo di learning, poiché molto complesso viene solo accennato e non verranno presentati esempi nella seguente trattazione.



Fonte: <https://lilianweng.github.io/lil-log/2018/02/19/a-long-peek-into-reinforcement-learning.html>

Figura 2.6: Reinforcement learning

2.3.1 Scelta degli algoritmi: il Teorema di No free lunch

Il teorema di No free lunch ha delle conseguenze molto importanti sulla scelta degli algoritmi, per questo merita di essere menzionato. Per presentare questo teorema iniziamo proponendo una citazione: “Tutti i modelli sono sbagliati, ma alcuni sono utili”-George Box (Box and Draper 1987,p.424). Al crescere del numero di dimensioni del problema, cresce esponenzialmente anche la difficoltà dell'apprendimento. Questa è nota in letteratura come la maledizione della dimensionalità. Tuttavia in molte applicazioni pratiche le distribuzioni sottostanti hanno un qualche tipo di struttura molto più semplice dell'effettivo numero di dimensioni del vettore di caratteristiche dell'oggetto. Quindi se un metodo d'apprendimento o algoritmo riesce a cogliere questa struttura sottostante, sarà migliore per quel problema rispetto ad un altro metodo d'apprendimento. Il fatto che un metodo favorisca alcune regole di classificazione piuttosto che altre è noto in letteratura col termine di inductive bias, cioè bias induttivo. Per esempio nella regressione lineare s'ipotizza che la variabile dipendente sia in una relazione lineare (nei pesi) con le variabili indipendenti. La scelta degli algoritmi da utilizzare per un Machine learning più efficace non è un problema scontato, infatti ce ne sono moltissimi in giro. L'efficienza dei diversi algoritmi utilizzati dipende dalla dimensione e dalla struttura dei dati contenuti nel dataset originale.

Vediamo nel dettaglio il teorema di “No free lunch” di Wolpert e Macready che viene spiegato qui di seguito: si consideri uno spazio di ricerca d'ottimizzazione finito, assumiamo anche che lo spazio dei valori obiettivo y sia finito. Negli algoritmi per computer digitali y sono rappresentazioni in 32 o 64 bit dei numeri reali. Un problema d'ottimizzazione dove f , viene detta anche funzione obiettivo, è rappresentato mappando $f : \chi \rightarrow y$ (che significa che ad ogni valore χ associo un valore obiettivo y), quindi $F = y^X$ indica lo spazio di tutti i problemi possibili. Tuttavia questa è la rappresentazione di un problema statico d'ottimizzazione, invece una migliore generalizzazione riguarda problemi d'ottimizzazione che dipendono dal tempo. Quindi consideriamo un dataset con dati ordinati temporalmente di grandezza m così definito: $d_m = (d_m^x(1), d_m^y(1), \dots, (d_m^x(m), d_m^y(m)))$ Dove $d_m^x(i)$ si riferisce al valore χ dell' i -esimo elemento nel dataset di grandezza m , mentre $d_m^y(i)$ è il valore obiettivo associato y ad ogni dato. Lo spazio generato è una matrice di dimensioni $D_m = (\chi \cdot y)^m$ e $d_m \in D_m$. Consideriamo due algoritmi diversi a_1 ed a_2 .

Teorema:

Per ogni coppia di algoritmi diversi sopra definiti, vale:

$$\sum_f P(d_m^y | f, m, a_1) = \sum_f P(d_m^y | f, m, a_2) \quad (2.1)$$

dove $P(d_m^y | f, m, a)$ è la probabilità condizionale di ottenere una data sequenza di valori obiettivo dall'algoritmo che viene iterato m volte sulla funzione obiettivo f .

Interpretazione:

Nel lavoro di Wolpert e Macready la performance è una funzione di una sequenza di valori osservati casuali, da ciò segue che tutti gli algoritmi hanno una performance identicamente distribuita quando le funzioni obiettivo sono costruite in maniera casuale ed uniformemente e che tutti gli algoritmi hanno quindi una uguale performance media. In pratica al di là del formalismo matematico, esso afferma che nessun algoritmo è il migliore per risolvere tutti i problemi possibili. Nella pratica infatti è possibile trovare dei pro e dei contro per ciascun algoritmo.[45]

2.4 Alcune tecniche statistiche alla base del Machine learning (Presentazione)

Tra le tecniche d'apprendimento utilizzate nel Machine learning si è soliti distinguere tra parametriche e non parametriche. I modelli parametrici hanno un numero prestabilito di parametri, mentre quelli non parametrici vedono aumentare il numero di parametri assieme alla quantità di dati che viene loro fornita per apprendere.

Esempi di tecniche parametriche:

- *La regressione lineare*
- *La regressione logistica*
- *I perceptron e le reti neurali semplici*
- *Il classificatore Bayesiano ingenuo*

Vantaggi: essi sono anzitutto veloci, semplici e offrono un risultato facile da interpretare, inoltre richiedono pochi dati su cui allenarsi.

Svantaggi: Sono limitati dalle assunzioni di base nell'apprendimento, più adatti per problemi più semplici.

Invece le tecniche non parametriche non fanno nessuna assunzione di questo tipo ma hanno il difetto di richiedere uno sforzo computazionale molto elevato quando trattano grandi dataset.[31]

Esempi di tecniche non parametriche :

- *il clustering*

Ovviamente ce ne sono molti altri, ma questi sono quelli che abbiamo trattato direttamente in questo elaborato.

Vantaggi: Non son limitati da nessuna ipotesi di base, possono modellizzare grandi dataset.

Svantaggi: Richiedono molti dati su cui allenarsi, sono lenti e inefficienti dal punto di vista del potere di calcolo richiesto per lavorare.

Di seguito verranno presentate alcune delle principali tecniche utilizzate nel Machine learning con algoritmi esemplificativi che si basano sulle stesse.[20]

2.4.1 Clustering o raggruppamento

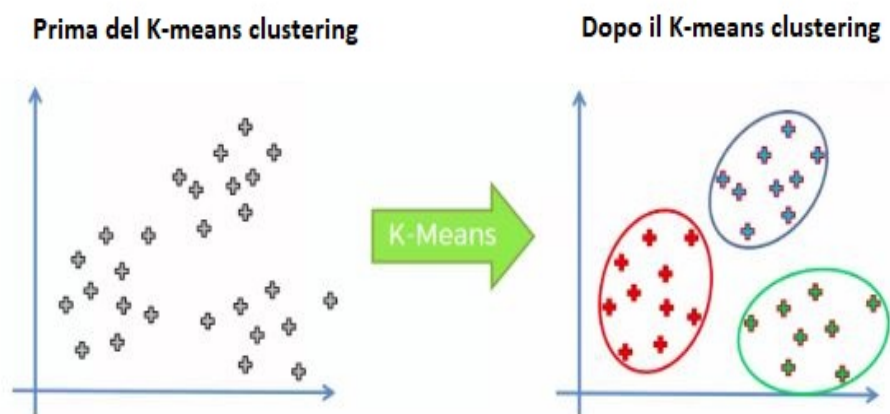
Questa è una tecnica non parametrica che rientra nell’unsupervised learning, poiché in output offre dei gruppi di dati simili tra loro e diversi rispetto agli altri clusters può essere usata per il data mining e può essere uno step precedente ad altre tecniche come la classificazione. Nel clustering è essenziale anzitutto capire cosa si intende per somiglianza e non somiglianza. Ci sono molti modi diversi per misurarla e dipendono dalla natura delle variabili che si stanno trattando. La misura di dissomiglianza più diffusa per le variabili di tipo quantitativo è la distanza euclidea . La distanza euclidea per due punti $P = (p_x, p_y)$ e $Q = (q_x, q_y)$ su un piano bidimensionale è calcolata come

$$\sqrt{(p_x - q_x)^2 + (p_y - q_y)^2} \tag{2.2}$$

Il software capisce solo quali dati sono simili agli altri e quindi costituiscono un gruppo, ma un operatore umano dovrà intervenire ex post per etichettare i gruppi a meno che ciò non sia previsto nell’algoritmo. Questa tecnica richiede una precisa regola per verificare la somiglianza tra i dati nuovi ed i gruppi già organizzati, inoltre richiede una condizione per arrestarsi quando non è richiesto il clustering. Ci sono due tipi di clustering: il cosiddetto clustering flat ovvero piatto e quello gerarchico. Per quanto riguarda il primo esso crea un set di clusters senza una struttura chiara che li metta in relazione l’uno con l’altro. Invece il secondo assegna una gerarchia ai diversi clusters forniti in output. Tuttavia il clustering gerarchico è meno efficiente rispetto a quello piatto. Ci sono diversi algoritmi di clustering, abbiamo deciso di descriverne a titolo d’esempio uno e cioè il K-Means clustering che è un tipo di clustering piatto.

Algoritmo K-Means Clustering

Il K-Means clustering cerca un numero K prestabilito di clusters nel dataset. Il K-means richiede vettori come input, quindi si assume che le caratteristiche dei dati in input siano esprimibili come vettori nello spazio. Ad esempio se questo numero è 5 il dataset verrà suddiviso in 5 clusters Inizialmente K punti sono scelti dall’algoritmo casualmente e vengono trattati come “centroidi” ,ogni oggetto che è più vicino possibile a ciascun centroide viene incluso nel cluster. I centroidi non sono fissi, ma vengono costantemente migliorati mentre l’algoritmo avanza. Riassumendo questo algoritmo trova dei centri casuali ed attorno a questi costruisce dei clusters, poi ottimizza la posizione dei propri centri tramite una procedura iterativa.[4][22][41]



Fonte: <https://medium.com/data-py-blog/k-means-clustering-in-python-4fc8caa0e0d9>

Figura 2.7: Dati prima e dopo l'algoritmo del K-means clustering

2.4.2 Categorizzazione o classificazione:

La classificazione può essere di tipo supervisionato (ad esempio se si conoscono a priori le caratteristiche di un dataset ed esso viene usato come training set per trovare le caratteristiche di un nuovo dataset) o non supervisionato (ad esempio quando di un dataset si vogliono assegnare i dati a delle classi). Per questo tipo di tecnica dal momento che l'abbiamo sviluppata con un esempio concreto che riportiamo tra gli esempi in appendice all'ultimo capitolo, vediamo anche delle metriche di valutazione sulle performance realizzate. Alla fine del processo di classificazione si valuta infatti una matrice detta matrice di confusione che mostra gli oggetti realmente appartenenti ad una classe e quelli assegnati dal modello. Facendo il rapporto tra classi vere e classi assegnate si ha una percentuale di quanto la classificazione sia stata efficiente. Le performance della classificazione vengono lette secondo alcune metriche derivate dalla matrice di confusione come l'accuratezza: cioè numero di dati assegnati correttamente ad una classe sul totale, la sensitività e la specificity cioè numero di 0 ed 1 assegnati correttamente sul totale di 0 ed 1.

Vediamo nel dettaglio la classificazione supervisionata: se parliamo di persone, le categorie del data model per filtrare nuovi dati non classificati, potrebbero essere età, reddito o sesso. Quindi il software impara dal training, dati gli input X etichettati con una y 0 ed 1 ad assegnare gli stessi ad una categoria e confronta il suo apprendimento con una previsione fatta sullo stesso training set non senza commettere errori, infatti ragiona in termini probabilistici assegnando una categoria a dei dati in base a quanto sia più probabile che essi facciano parte di quella categoria. Nei mercati finanziari un software potrebbe essere addestrato con questa tecnica ad interpretare e classificare i segnali in rialzisti o ribassisti ad es. sul titolo di un'azienda quotata. Oppure un altro esempio potrebbe essere nella rilevazione di frodi finanziarie, creando un data model che distingue operazioni lecite da

quelle illegali, permettendo di capire quali delle nuove operazioni effettuate (dati in input) siano fraudolente. La differenza principale con la tecnica di regressione è che qui l'output è una variabile discreta, mentre nella regressione l'output è una variabile continua. Il test set invece entra in gioco solo alla fine e viene letta la sua matrice di confusione e le metriche derivate per capire se sono simili o differenti da quelle ottenute dal training set.[62][31]

Il classificatore bayesiano ingenuo:

Rientra tra gli algoritmi di supervised learning. Quest'algoritmo di classificazione si basa sull'applicazione dell'indipendenza condizionale rispetto ad una variabile causale Z . Per capire meglio a cosa ci riferiamo, si richiama brevemente la nozione di indipendenza: essa può essere assoluta o condizionale. Se l'indipendenza è assoluta allora $P(Z|W \wedge K) = P(W)P(K)P(Z)$ Cioè la probabilità complessiva è semplicemente il prodotto della probabilità del verificarsi dei 3 eventi, ma si verifica molto raramente che degli eventi siano totalmente indipendenti tra loro. L'indipendenza condizionale invece avviene quando delle variabili sono fra loro dipendenti, ma in certe circostanze posson esser trattate come indipendenti. Ad esempio le variabili W e K seppur dipendenti tra loro in presenza di un particolare valore assunto dalla variabile Z diventano indipendenti.

Possiamo scrivere ciò in questi termini:

$$P(Z|W \wedge K) = P(W)P(K)P(Z)$$

Il teorema di Bayes della probabilità condizionata (di cui si omette la dimostrazione estesa) afferma che dati 2 eventi A e B compatibili e dipendenti, allora

$$P(A|B) = \frac{P(A)P(B|A)}{P(B)} \quad (2.3)$$

Con:

- $P(A)$ probabilità a priori o marginale, cioè che non tiene conto di nessun condizionamento.
- $P(A|B)$ probabilità condizionata di A noto B .
- $P(B|A)$ probabilità condizionata di B noto A .
- $P(B)$ probabilità a priori o marginale di B .

Questo teorema permette di calcolare quindi la probabilità condizionata al verificarsi di un altro evento (a posteriori), partendo dalla conoscenza delle probabilità a priori di entrambi gli eventi. Nell'algoritmo del classificatore bayesiano, gli input vengono presupposti indipendenti e si assume anche che qualsiasi caratteristica di un dato sia indipendente ad un'altra caratteristica dello stesso. In questo tipo di algoritmo si considera una variabile Z (detta variabile causa) che influenza le altre variabili x che vengono ipotizzate indipendenti tra di loro. Questo tipo d'indipendenza tra le variabili x è soltanto un'ipotesi semplificativa. Per cui può essere applicato il teorema più semplice per calcolare le probabilità di eventi indipendenti

$$P(X_1, X_2, \dots, X_n, Z) = P(Z) \cdot \prod_{i=1}^n P(X_i|Z) \quad (2.4)$$

Regressione Logistica

Sebbene si chiami regressione logistica, più che di regressione in questo caso è corretto parlare di una tecnica di classificazione particolare, perché il suo output è una variabile discreta dicotomica o bernoulliana che può assumere due valori 0 e 1.

Questa trova applicazione ad esempio nei modelli deputati al credit scoring delle imprese, essi possono essere indicati come modelli multifattoriali con un output binario.

Nel credit scoring infatti ciascuna impresa viene rappresentata con una variabile casuale bernoulliana Z che può assumere cioè solo due valori 0 (solvibilità) ed 1 (default) a cui viene associata una massa di probabilità.

Bisogna ricordare che esiste una corrispondenza biunivoca tra una distribuzione discreta dicotomica Z così definita ed una distribuzione continua y , ciò che divide i 2 stati passando alla rappresentazione continua è detta soglia e verrà spostata tanto più a destra o a sinistra quanto l'impresa è migliore o peggiore da un punto di vista creditizio.

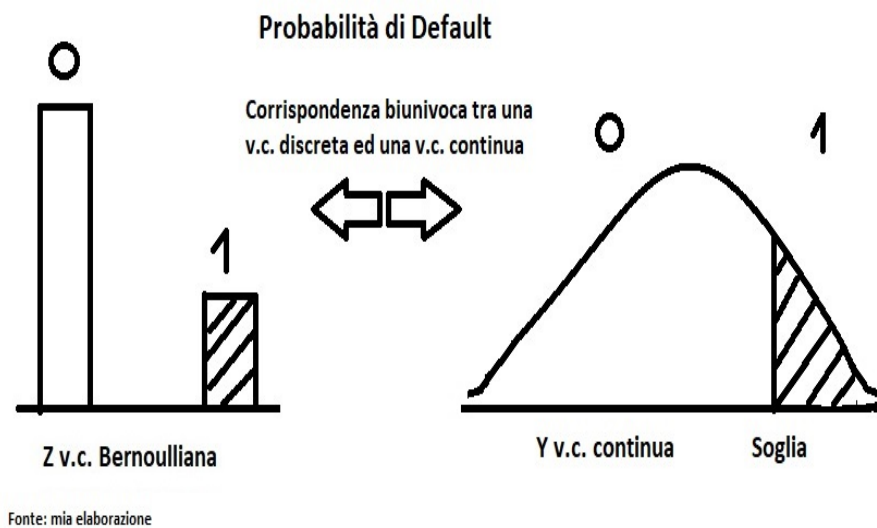


Figura 2.8: Corrispondenza tra v.c. discreta e continua

Come si vede dal grafico ed indicando la Soglia con S , la probabilità di default può essere definita come:

$$PD = PR\{Z_i = 1\} \leftrightarrow PD = \int_S^{\infty} f(y)dy \tag{2.5}$$

Con Y variabile casuale continua con una distribuzione di comodo. Per stimare i parametri di questo tipo di modelli si utilizza il metodo della massima verosimiglianza. Esso si basa sulla massimizzazione della probabilità di osservare l'insieme dei dati relativi al campione estratto in funzione del parametro ignoto β , considerando che le osservazioni sono indipendenti fra loro, la verosimiglianza di un campione di n unità, che si può indicare con la funzione di verosimiglianza $L(\beta)$ viene ottenuta con la produttoria delle verosimiglianze

cioè delle probabilità condizionate di osservare il campione che si è verificato dal momento che si conoscono le sue realizzazioni. In termini matematici questo si scrive così:

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n (y_i | x_i; \beta) \quad (2.6)$$

Per ottenere la stima di massima verosimiglianza del vettore dei parametri beta, si ricerca il massimo della funzione di verosimiglianza, cioè quel valore che massimizza la probabilità di ottenere il campione di dati che è stato osservato.

Talvolta gli statistici preferiscono calcolare la versione logaritmica della funzione sovraccitata, in quel caso si passa dalla produttoria delle singole funzioni di verosimiglianza alla sommatoria. Ciò che si valuta nella regressione logistica sono gli odds cioè il rapporto tra probabilità di successo e probabilità d'insuccesso (rapporto tra il numero di volte che l'evento si /non si verifica)

$$\text{odds} = \frac{\pi}{1 - \pi} \text{ con } \pi(x) = P(Y = 1 | X_1 = x_1, \dots, X_n = x_n)$$

$$\text{Ma poiché } \frac{\pi}{1 - \pi} = e^{(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k)}$$

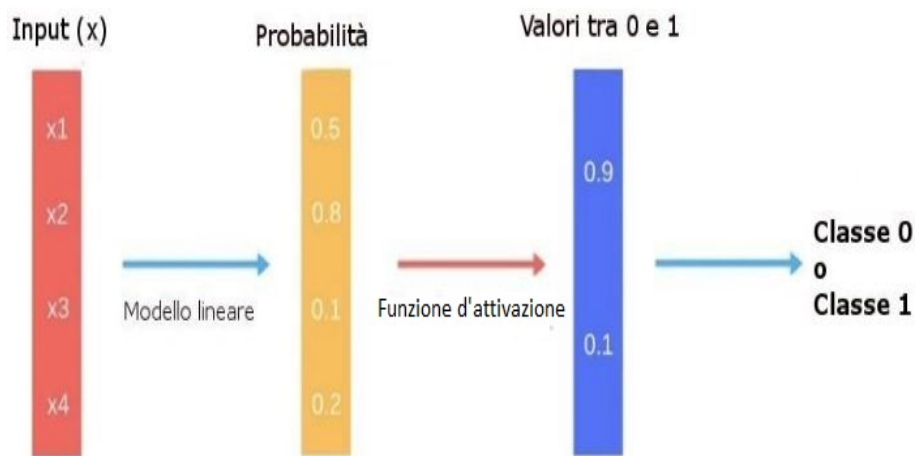
Si preferisce applicare la trasformata logaritmica ai 2 membri per ottenere un'espressione lineare dei parametri definita non solo sull'intervallo ristretto $[0, 1]$.

$$\log\left(\frac{\pi}{1 - \pi}\right) = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n$$

Quindi in definitiva il modello viene letto per semplicità in termini della miglior retta $\log(\text{odds})$ che assume valori tra $\pm\infty$, i coefficienti stimati a parte il fatto di riferirsi ad un $\log(\text{odd})$ e non ad una y sono leggibili in questo modo come in una regressione lineare standard. [31][4]

2.4.3 Applicazione della regressione logistica alla classificazione binaria:

Ora dopo aver spiegato la teoria dietro al modello di regressione logistica vediamo l'applicazione di un modello siffatto ad un problema di Machine learning: la classificazione binaria. L'algoritmo di classificazione vorrebbe individuare la miglior retta che separi nello spazio le 2 differenti classi 0 e 1. Il problema principale è che abbiamo degli input definiti su un intervallo che varia tra $\pm\infty$ mentre il nostro output è la probabilità di appartenere ad una classe piuttosto che ad un'altra e cioè è definita sullo spazio chiuso $[0, 1]$. Per far ciò bisogna utilizzare una funzione detta d'attivazione che mappa valori in input continui sull'intervallo $[0, 1]$.



<https://lorenzogovoni.com/regressione-logistica/>

Figura 2.9: Problema di classificazione binaria

La funzione più semplice che viene in mente per fare ciò è quella detta a gradino $\Phi(y) = \begin{cases} 1 & \text{se } y \geq 0 \\ 0 & \text{se } y < 0 \end{cases}$ ma questo tipo di funzione non è differenziabile nel punto in cui cambia valore, cioè in zero. Per ovviare a ciò la funzione d'attivazione che si utilizza in questi casi è detta funzione sigmoidea ed è un caso particolare di funzione logistica definita da questa equazione: $sig(t) = \frac{1}{1 + e^{-t}}$ essa è continua e derivabile in ogni punto, la soglia di decisione che farà propendere il software per assegnare un dato ad una classe piuttosto che un'altra è $P = \frac{1}{2}$ ed è fatta così:

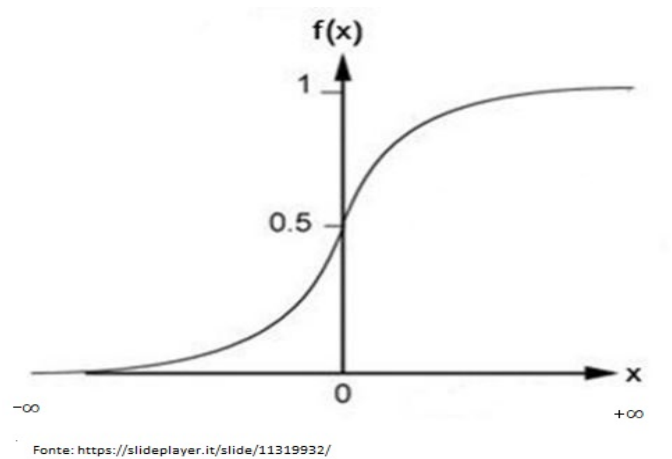


Figura 2.10: Funzione d'attivazione

In conclusione la regressione logistica può esser vista come una regressione lineare a cui viene applicata una funzione d'attivazione.[56][62]

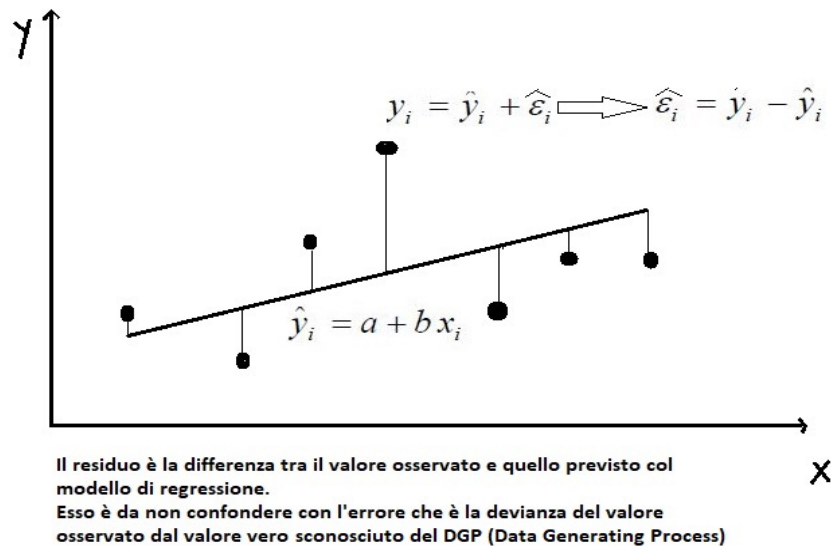
2.4.4 Regressioni

Nella regressione il software fa delle previsioni sul valore che assumerà l'output, una variabile casuale continua Y date delle variabili x in input. Esistono moltissimi tipi di regressione, ne vedremo soltanto alcune tra le più diffuse nell'ambito economico-finanziario, esse rientrano sempre nel supervised learning. Una regressione lineare semplice ha la forma $\hat{y} = a + \beta x + \epsilon$

Possiamo anche esprimere la stessa scrittura in termini di valore atteso condizionato ⁷ della variabile dipendente data una variabile x esogena.

Dove $E(Y_i|x_i) = a + \beta x_i$, sostituendo nel modello precedente si ottiene $Y = E(Y_i|x_i) + \epsilon$

Vediamo più nel dettaglio la nozione di residuo che più precisamente si indica così $\hat{\epsilon}$ e che ci sentiamo in dovere di definire per evitare la confusione che spesso avviene con il termine errore o disturbo (non conoscibile) ϵ , facciamo attraverso un grafico:



Fonte: mia elaborazione

Figura 2.11: Definizione di residuo ed errore

⁷Si guardi la parte relativa alla classificazione ed ai classificatori bayesiani per la definizione di valore atteso condizionato.

Per questo tipo di regressioni si presuppone che l'output cioè la variabile y abbia distribuzione normale, qualora venisse violata questa hyp, allora i test sugli intervalli di confidenza sarebbero violati.

Vogliamo stimare a questo punto i due parametri alfa e beta reali nel modo migliore possibile.

L'algoritmo dei minimi quadrati ordinari e generalizzati (OLS, GLS):

Uno degli algoritmi più antichi, risalente addirittura ad inizio 1800 e sviluppato principalmente da Gauss è l'algoritmo dei minimi quadrati ordinari (OLS- Ordinary Least squares). Non si conoscono i coefficienti che identificano la miglior retta tra tutte quelle possibili, ma essi vengono stimati mediante l'algoritmo del metodo dei minimi quadrati ordinari (OLS), ovvero minimizzando la sommatoria al quadrato dei residui. Ricordiamo che per campioni sufficientemente grandi la distribuzione del dataset, rappresentato da delle caratteristiche che sono le x , tende ad una distribuzione normale per il teorema del limite centrale. La distribuzione delle y è supposta anch'essa normale. Esso può essere enunciato nel seguente modo:

$$\min \sum_{i=1}^n (\hat{\varepsilon}_i)^2 = \min \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \quad (2.7)$$

Minimizzare questa quantità equivale a svolgere a sistema e porre uguali a zero le derivate parziali rispetto ai parametri alfa e beta, con un semplice passaggio algebrico di sostituzione di ε , questa è la forma che assumono le due derivate in oggetto:

$$\frac{\partial F}{\partial \alpha} = -2 \sum_{i=1}^N (y_i - \alpha - \beta x_i) = 0 \quad \wedge \quad \frac{\partial F}{\partial \beta} = -2 \sum_{i=1}^N (y_i - \alpha - \beta x_i) x_i = 0$$

La soluzione di queste derivate è questa:

$$\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta} \bar{x} \quad \text{e} \quad \hat{\beta} = \frac{COV(X, Y)}{Var(X)} = \sum_{i=1}^n \frac{(x_i - \bar{X})(y_i - \bar{Y})}{(x_i - \bar{X})^2}$$

dove indichiamo con $\bar{Y} = E(y)$ e $\bar{X} = E(x)$

Il metodo dei minimi quadrati ordinari però ha dei limiti, cioè delle ipotesi a contorno che riguardano i residui del modello derivato e che restringono molto il suo ambito d'applicazione nella realtà, principalmente essi sono:

- 1) **Omoschedasticità dei residui** cioè $E[\varepsilon_i^2] = \sigma^2$
- 2) **Valore atteso dei residui nullo** $E[\varepsilon] = 0$
- 3) **Mancanza di autocorrelazione dei residui** $E[\varepsilon_i \varepsilon_j] = 0$
- 4) **Non collinearità dei regressori** (cioè i fattori x per modelli multifattoriali devono essere indipendenti tra loro).

5) **Normalità della distribuzione dei residui:** i residui dovrebbero essere normalmente distribuiti affinché il modello sia “buono”.

Non tutte queste hyp devono essere rispettate per forza, ad esempio il metodo dei minimi quadrati è robusto rispetto alla violazione dell’hyp di normalità dei residui, cioè i suoi risultati sono relativamente insensibili alla violazione di questa hyp. Passando ad una notazione di tipo matriciale sinteticamente queste condizioni sono riassumibili in:

$$[\varepsilon\varepsilon'] = \sigma^2 I$$

Dove con I s’intende la matrice identità che cioè contiene 1 sulla diagonale principale e 0 altrove. Omettendo la dimostrazione che fa riferimento ad una notazione matriciale, si definisce lo stimatore $\hat{\beta}_{OLS} = (X'X)^{-1}X'y$ La matrice espressa tra parentesi è una matrice non singolare, ovvero con determinante non nullo, questo significa che la soluzione è unica, qualora fosse singolare invece ammetterebbe più di una soluzione, ma comunque il metodo rimarrebbe valido. Questo stimatore ha molte proprietà, ma le principali sono che è uno stimatore corretto, cioè il suo valore atteso coincide con il parametro reale stesso:

$$E(\hat{\beta}) = \beta$$

e come dimostrato dal **teorema di Gauss-Markov**, tra tutti gli stimatori lineari non distorti esistenti, lo stimatore OLS è il più efficiente in assoluto (risultato noto come BLUE-Best Linear Unbiased Estimator).

La retta di regressione approssima tanto meglio lo scatter plot di dati, quanto il suo indice R^2 definito su $[0, 1]$ tende all’estremo superiore dell’intervallo con $R^2 = \frac{ESS}{TSS} = 1 - \frac{RSS}{TSS}$ dove:

- $RSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$ = (residual sum of squares) o Devianza residua cioè non spiegata dal modello
- $ESS = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$ explained sum of squares o Devianza spiegata dal modello
- $TSS = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$ = total sum of squares o Devianza totale

Può capitare che alcune delle assunzioni precedentemente presentate e fondamentali, come l’omoschedasticità dei residui o la non autocorrelazione siano violate. In questo caso l’OLS non è più uno stimatore BLUE, ma bisogna ricorrere al metodo dei minimi quadrati generalizzati (**GLS-Generalised least squares**) proposto dal matematico e statistico neozelandese Aitken agli inizi del ventesimo secolo e che non solo può essere applicato in questi casi particolari, ma laddove ricorrono è anch’esso BLUE. In questo caso lo stimatore del parametro reale β che conserva le proprietà di quello OLS, come la correttezza, assume la forma

$$\hat{\beta}_{GLS} = (X'\Omega^{-1}X)^{-1}X'\Omega^{-1}y$$

Con Ω matrice varianza-covarianza definitiva positiva ⁸ qualsiasi non nota.

⁸Si ricorda che una matrice definita positiva è una matrice quadrata cioè $n \cdot n$ il cui prodotto $xAx^T > 0 \forall x \in R^n, x \neq 0$

Ricapitolando nel metodo GLS rispetto al metodo OLS, il valore atteso del quadrato dei residui in termini matriciali, assume questa forma

$$E(\varepsilon\varepsilon') = \sigma^2 \Omega$$

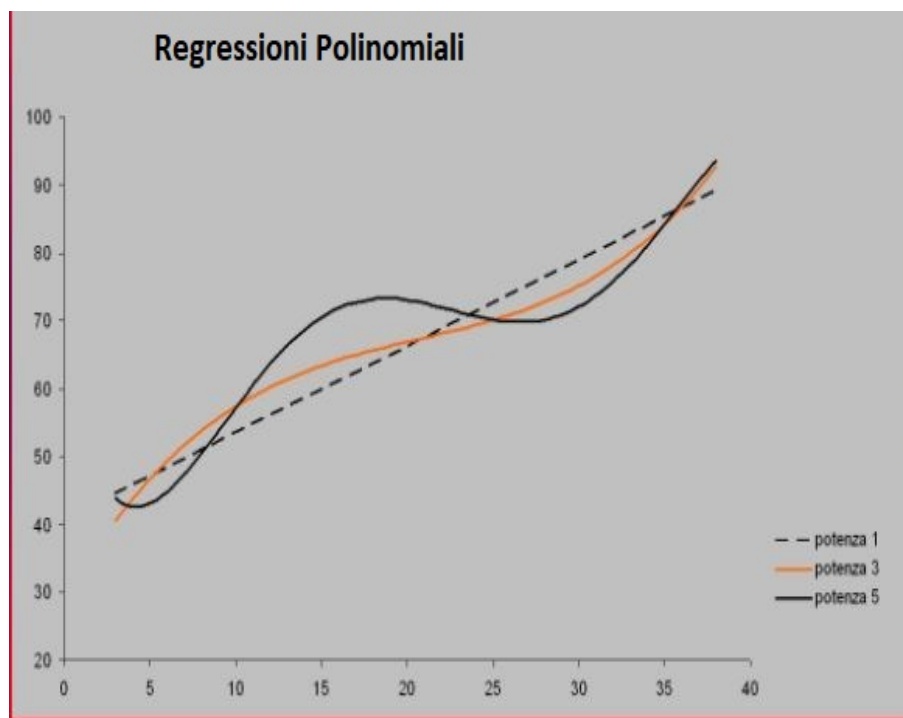
Ma rimane il problema che la vera matrice di varianza-covarianza non è conosciuta direttamente e se ne conosce solo un surrogato (la matrice di varianza e covarianza dei residui). Un'estensione del modello lineare semplice è il modello di regressione lineare multivariata in cui si vuole cogliere una relazione tra la variabile indipendente y ed un insieme di fattori lineari x . In questo caso parliamo di un modello del tipo:

$$y = a + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n + \varepsilon$$

Per stimare i parametri di questo tipo di regressioni lineari, si utilizza l'algoritmo dei minimi quadrati ordinari o generalizzati che individua un'unica retta di regressione. Tuttavia a volte le variabili indipendenti x potrebbero avere una natura non lineare, in questo caso non si sa quale sia la curva corretta che possa interpretare questa relazione, allora si aggiungono più regressori con potenze successive fino ad ottenere una rappresentazione soddisfacente della relazione. Stiamo parlando dunque di regressioni di questo tipo:

$$y = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2^2 + \dots + \beta_n x_n^n$$

Esempio grafico di regressioni polinomiali:



<https://slideplayer.it/slide/981013/>

Figura 2.12: Regressione polinomiale

Anche a questo tipo di regressioni si applica l'algoritmo dei minimi quadrati ordinari o generalizzati, ma i coefficienti trovati sono difficili da interpretare. Infatti lo stimatore dei minimi quadrati è uno stimatore lineare ed anche in questo caso i parametri o pesi da stimare restano lineari, sebbene la loro interpretazione sia più difficile.

Regressioni non lineari

Se la distribuzione della variabile y è non normale si parla in maniera più precisa di modelli lineari generalizzati. Ma accenneremo solo brevemente che ci sono altre regressioni che potremmo definire non lineari nei parametri, molte di esse sono linearizzabili con un qualche tipo di trasformazione e quindi riconducibili al metodo dei minimi quadrati. Ad esempio sono linearizzabili relazioni di questo tipo tramite una trasformata logaritmica: $Y = \alpha x_1^\beta x_2^\gamma$, esso è un tipico modello della funzione di produzione utilizzato nell'econometria.

Mentre altre funzioni non sono linearizzabili, non si può più utilizzare il metodo dei minimi quadrati per stimare i parametri di questo tipo di regressioni. Quando non sono linearizzabili le regressioni si utilizzano altri algoritmi di ottimizzazione che procedono per tentativi. Il metodo dei minimi quadrati infatti è un problema di minimizzazione che si basa sulla risoluzione di derivate parziali poste uguali a 0, mentre per certi tipi di funzioni il calcolo di tali derivate è non solo non banale, ma talvolta impossibile.[78][31][22][79][76][26][41]

2.5 Selezione del modello appropriato

Per scegliere la migliore regressione si valuta quanto il coefficiente di determinazione $R^2 \in [0, 1]$ o la sua versione aggiustata (che si usa per regressioni multiple ed aumenta solo se i regressori aggiuntivi x aumentano davvero il potere esplicativo del modello, altrimenti potrebbe anche diminuire) si avvicini ad 1 e si sceglierà la rappresentazione per la quale questo indice è più elevato, qualora l'indice sia vicino in due rappresentazioni di grado diverso, si sceglierà il modello di regressione più semplice, cioè col grado più basso. Ma questo tipo di coefficiente non dice ad esempio se c'è una distorsione causata da una variabile omessa o se è stato scelto il gruppo migliore di predittori. La sua valutazione quindi è di per sé insufficiente per valutare il "fitting" del modello di rappresentazione che abbiamo scelto e quindi alla fine si guarderà sempre ad un "test del grafico" e si valuterà il comportamento dei residui del modello che sono un surrogato degli errori veri non osservabili. Inoltre, sebbene non ne parleremo anche per non appesantire eccessivamente questa esposizione, non esiste un R^2 di riferimento per le regressioni non lineari, o per meglio dire ne esistono molteplici, calcolati in diverso modo e non c'è accordo su quale tra questi sia quello da prendere a riferimento. Per capire la bontà del fit di una regressione tra le tante possibili, si possono anche valutare la varianza ed il bias, che si ricorda è definito così:

$$\text{bias} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)$$

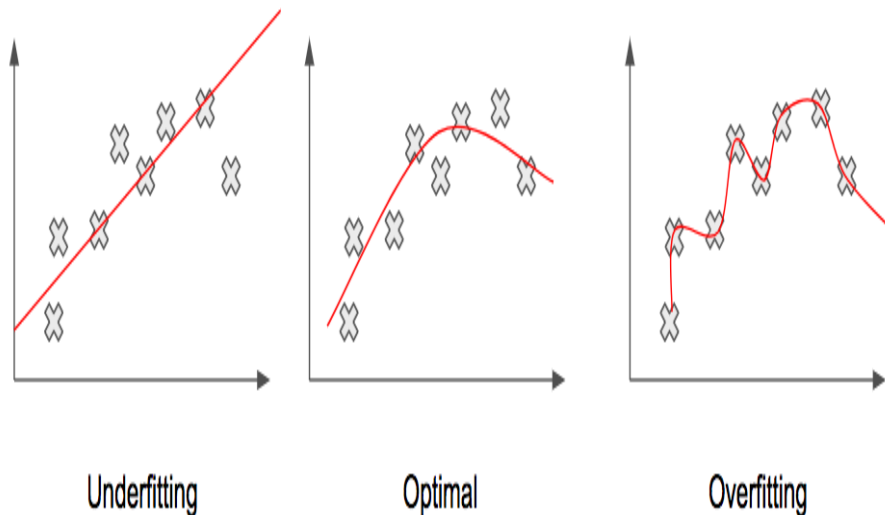
Cioè la media della distanza tra i valori osservati e quelli attesi secondo il modello di previsione. Il bias o distorsione, può essere positivo per modelli che sottostimano e negativo per modelli che sovrastimano. Di solito si preferisce guardare alternativamente all'errore quadratico medio (MSE-MEAN SQUARED ERROR) che è il quadrato del bias, per avere a che fare con numeri strettamente positivi, cioè

$$\text{MSE} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Y_i - \hat{Y}_i)^2 = \frac{1}{N} \text{RSS}$$

Dove N è la numerosità campionaria. Esso è una media dei residui derivanti dal modello di previsione, più è grande e peggiore è il nostro modello predittivo e rappresenta una funzione di perdita, cioè una misura di quanto bene un modello di regressione riesce a prevedere un risultato. Un buon modello ha una bassa varianza ed un basso bias, tuttavia la diminuzione dell'una aumenta l'altro e quindi si parla di trade-off tra bias e varianza. Quando la complessità del modello è bassa (ad es. il grado del polinomio di regressione scelto), il bias è alto e la varianza è bassa, viceversa al crescere della complessità del modello sebbene il bias diminuisca ed il modello diventi per così dire più "fitting" cioè calzante rispetto ai nostri dati, la sua varianza aumenta. Differentemente dal supervised learning si ricorda inoltre che nell'unsupervised learning non ci sono misuratori di performance come il bias o la varianza, ma le misure di performance in questo caso misurano degli attributi delle strutture scoperte dal software nel dataset, tuttavia questo tipo di misure sono relative al

lavoro che s'intende far ottimizzare al software.

Tutto ciò non basta per non incorrere nel problema dell'**OVERFITTING**; il problema identico ma esattamente opposto è noto come underfitting, esso avviene quando il modello scelto per rappresentare i dati contiene un numero eccessivo di parametri rispetto ai dati osservati.



Fonte: <https://pythonmachinelearning.pro/a-guide-to-improving-deep-learnings-performance/>

Figura 2.13: Overfitting

Come già detto, gli algoritmi sono allenati su un training set, cioè un dataset di cui si conoscono gli output possibili. Se il risultato è buono automaticamente si ritiene che l'algoritmo generalizzerà quanto appreso su nuovi dataset, ma nel caso dell'overfitting questa è solo un'illusione, l'algoritmo non sarà in grado di generalizzare quanto appreso bene come sembrerebbe dal risultato ottenuto sul training set. Questo può avvenire sia se i dati presenti nel training set erano pochi, sia se il modello scelto per rappresentarli era troppo complesso, ad esempio quando si interpola una regressione polinomiale di grado elevato su dati ben interpolabili con una regressione di tipo lineare. Per meglio spiegare il concetto, in questa situazione il modello spiega caratteristiche non strutturali, cioè non essenziali rispetto al fenomeno che si sta studiando.

Per evitare l'overfitting e per capire se il nostro modello è un buon modello si usano i criteri basati sull'informazione come ad esempio il criterio di Akaike ($AIC = 2k - \ln(\hat{L})$) o il criterio d'informazione di Schwarz o Bayesiano ($BIC = \ln(n)k - 2\ln(\hat{L})$) Dove:

- \hat{L} è il valore che massimizza la funzione di verosimiglianza.
- n è il numero d'osservazioni.
- k è il numero di parametri stimati dal modello.

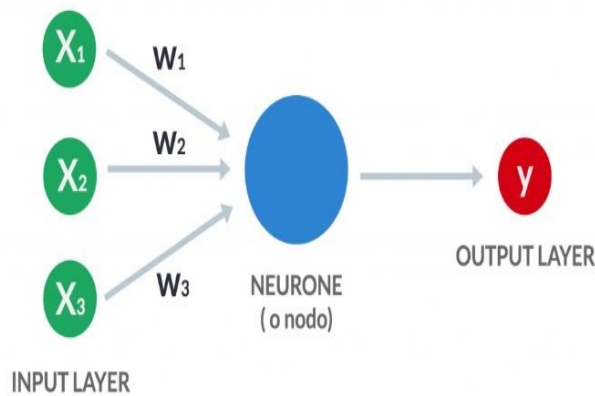
Questi criteri d'informazione valutano il trade off tra semplicità del modello e bontà dello stesso, cercando di evitare contemporaneamente l'overfitting e l'underfitting. Entrambi penalizzano i k parametri aggiunti al modello, ma BIC li penalizza maggiormente. Tra molti modelli candidati, avendo insieme AIC E BIC si eliminano parametri fintanto che si raggiunge un valore più basso di Akaike, senza però alzare il valore del criterio di Schwarz. È bene ricordare infine che in un modello di regressione è comunque sempre preferibile procedere con l'esclusione dei parametri irrilevanti con una tecnica dal generale al particolare piuttosto che dal particolare al generale. Questo perchè includere regressori inutili inficia solo la velocità di convergenza dello stimatore al parametro reale, mentre escludere regressori esplicativi rende lo stimatore distorto (condizione ben più grave).

Ci sono tecniche più sofisticate per la scelta dei modelli di regressione migliori da utilizzare come ad esempio la **convalidazione incrociata o K-fold cross validation** essa viene utilizzata per stabilire quanto i risultati predittivi del modello sul training set potranno essere generalizzati ad un nuovo dataset, cioè quanto è buono il modello di previsione realizzato. Ce ne sono tanti tipi ma vediamo un esempio noto come convalidazione incrociata k-fold cioè k-partizioni. Essa suddivide il dataset in k sezioni la k -esima sezione che diventerà un validation set per testarlo è esclusa momentaneamente dal training set che si trova quindi ad avere $k-1$ sezioni. Questo viene fatto in maniera iterativa, quindi la k -esima sezione ruoterà per k volte con k numero scelto a priori dall'operatore. Alla fine si fa una media o moda degli errori commessi dal modello su tutte le iterazioni. Vediamolo meglio con un esempio: abbiamo 100.000 dati e si sceglie $k=10$ 1) i primi 90.000 diventano un training set e gli ultimi 10.000 un test set. 2) I penultimi 10.000 diventano un test set ed ho un training set sempre di 90.000 dati in cui ho reincluso la sezione precedentemente esclusa ma escluso quella nuova e procedo così di seguito in maniera iterativa per 10 volte. Questa tecnica è lenta da implementare e richiede moltissimi dati su cui lavorare per essere efficace.[55][20][31][41]

2.6 Deep learning (cenni)

Il Deep learning può esser visto come un sub settore del Machine learning ma molto particolare, perché gli algoritmi di Deep learning sono radicalmente diversi da quelli standard di Machine learning, infatti questi algoritmi funzionano similmente al cervello umano suddividendo le operazioni su diversi livelli o strati interconnessi.

Reti neurali Le reti neurali sono modelli computazionali d'intelligenza artificiale proposti sin dagli anni '50, ma utilizzabili solo più recentemente grazie al potenziamento dei calcolatori. A livello semplificato le reti neurali possono esser viste come un insieme di neuroni collegati da dei nodi. Un perceptrone è l'esempio più semplice di neurone che ci sia, esso è un classificatore binario che, dati molti input binari, restituisce un solo output binario.



Fonte: <https://italiancoders.it/deep-learning-svelato-ecco-come-funzionano-le-reti-neurali-artificiali/>

Figura 2.14: Un neurone semplice: il perceptrone

L'output viene deciso pesando le differenti caratteristiche degli input con dei pesi w_1, w_2, \dots stabiliti in maniera randomica seguendo una distribuzione di riferimento e se quello che uscirà fuori sarà uno 0 o un 1 viene stabilito guardando se la somma ponderata dei pesi $\sum_j w_j x_j$ è minore (valore 0) o maggiore (valore 1) ad una certa soglia prestabilita.

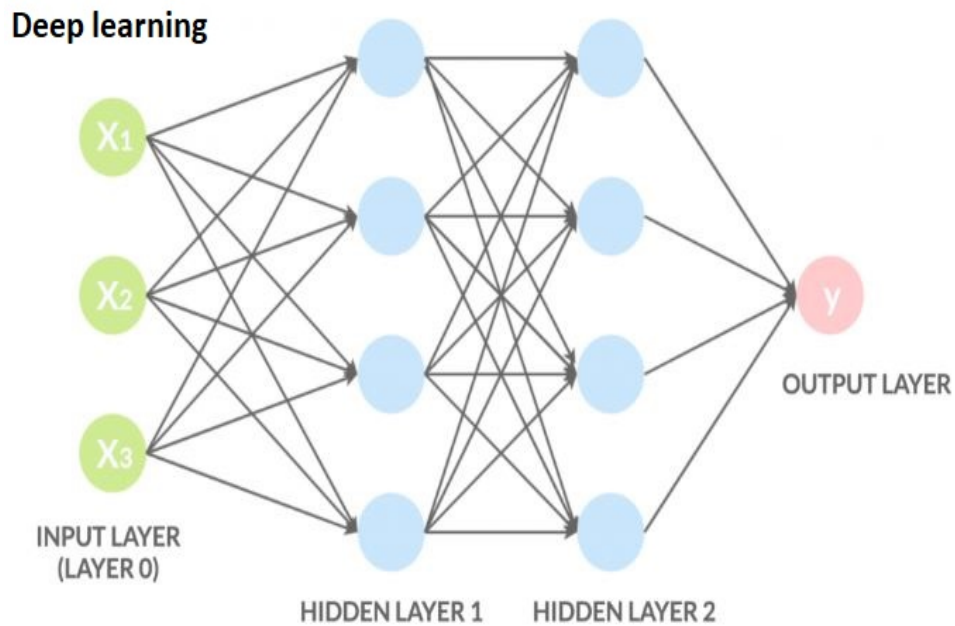
Le reti neurali possono essere viste come regressioni logistiche impilate una sull'altra, in diversi layers cioè strati, il layer finale invece può essere a sua volta un modello di regressione logistica o un modello di regressione lineare, a seconda del problema che si sta risolvendo. Per un problema di classificazione binaria valgono le stesse cose dette precedentemente per la regressione logistica e la classificazione binaria, solo che qui le caratteristiche sono anche pesate con dei pesi. Da solo un perceptrone non permette di supportare decisioni complesse, ma quando lo si mette insieme ad altri e si organizzano degli strati, detti layers, si crea una rete neurale artificiale sofisticata.

Principalmente possiamo riassumerle in tre layers:

- 1 Un layer di input, ogni neurone di questo strato è una caratteristica del dataset.

- 2 Un layer di output che cioè determina il tipo di risultato
- 3 Uno o più hidden layers che collegano il layer di input con quello di output.

Gli hidden layers imparano nuove caratteristiche utilizzando quelle in input. Una rete neurale ha di solito più layers cioè strati dove l'output di un layer è passato a quello successivo. Solo qualora contenga più hidden layers ci si riferisce al Deep learning.



Fonte: <https://italiancoders.it/deep-learning-svelato-ecco-come-funzionano-le-reti-neurali-artificiali/>

Figura 2.15: Deep learning: rete neurale feed-forward

Le reti neurali meno sofisticate come quella mostrata sono dette feed forward, cioè con flusso in avanti, esse non hanno memoria ed il loro output dipende ogni volta dai dati in input forniti. Altre reti neurali più sofisticate invece hanno memoria e sono interconnesse tramite dei cicli. Per allenare le reti neurali si utilizzano algoritmi come quello di back-propagation, cioè di retropropagazione dell'errore che servono per ribilanciare i pesi delle caratteristiche. Tuttavia essendo il nostro solo un accenno al Deep learning, riteniamo sufficiente fermarci qui nella trattazione.[4][20]

2.7 Normativa UE sulla protezione dei dati: la GDPR

Nell'Unione Europea il regolamento UE n. 2016/679 **GDPR (General Data Protection Regulation)** ha come obiettivo di migliorare la tutela dei dati privati delle persone fisiche, cioè cittadini e residenti nell'UE e si estende anche a società che conservano e trattano questo tipo di dati operando dall'estero (anche con sede legale fuori dall'UE). Esso ha sostituito la **Direttiva 95/46/CE** sulla protezione dei dati precedentemente in vigore e questa sua estensione di validità anche al di fuori dell'UE è una delle sue principali e più importanti novità.

Pur non trattandosi di una normativa specifica dedicata al settore finanziario, le istituzioni che gestiscono servizi finanziari, in quanto custodi di un volume immenso di dati personali, risultano immancabilmente le principali interessate. Il legislatore ha ritenuto necessario regolare con una normativa ad hoc la protezione di questi dati estendendola oltre i confini UE ed andando incontro ad un'esigenza di una normativa di portata globale poiché è non solo facile, ma talvolta anche ignoto al consumatore il fatto di essere entrati in contatto con un'azienda proveniente da uno Stato terzo rispetto all'UE. Sottesa alla nuova regolamentazione è l'idea che le informazioni relative all'identità personale e digitale debbano essere considerate un asset autonomo. Per *dati personali* (art.4 par.1) s'intendono tutti quei dati inerenti ad un soggetto che lo possano rendere identificabile in maniera univoca. Molti dati come ad esempio reddito, professione, numero di transazioni effettuate, mutui richiesti, attitudine al rischio, ubicazione, da soli non sono considerati dati personali e quindi degni di tutela, ma se accostati ad un identificativo di qualche tipo lo diventano. A questo tipo di dati sono stati aggiunti anche altri cosiddetti *dati sensibili* (art.9 par.1) tra cui molti disponibili solo grazie al progresso delle tecnologie come i dati biometrici o genetici, ma più in generale si sono inclusi anche ad esempio i dati sulla salute (obbligatori da dichiarare ad esempio non solo quando si stipula un'assicurazione, ma anche per un semplicissimo preventivo a scopo informativo), in questo tipo di dati sono stati inclusi anche le opinioni politiche e l'orientamento sessuale. Non s'intendono con il termine dati personali solo quelli che fan capo al soggetto interessato, ma anche a qualunque soggetto terzo, sia persona fisica che giuridica che rientri nella sfera d'interesse del soggetto originale (si pensi ad esempio ad un padre ed ai suoi figli o ad un lavoratore dipendente ed alla sua azienda). Inoltre sono stati aggiunti ai dati meritevoli di tutela anche i dati personali relativi a reati o alle condanne penali (art.10). In ciascuna nazione appartenente all'UE ci sarà un'autorità sovrintendente che si occuperà della vigilanza sulla corretta applicazione della normativa, ma anche dell'erogazione delle sanzioni e dell'accoglimento dei reclami e che collaborerà con quella degli altri stati UE. Inoltre nelle informative sul trattamento dei dati rilasciate ai consumatori devono esser inclusi i tempi relativi alla conservazione degli stessi ed i contatti di chi è preposto al controllo ed alla loro protezione. Il consenso per la raccolta ed il trattamento dei dati dev'essere esplicitamente concesso all'intermediario, esso

non permette l'utilizzo dei dati per finalità che si discostino da quella originale per cui sono stati raccolti ed esso in ogni caso può in ogni momento venire ritirato o modificato/limitato ed è a carattere temporaneo a norma dell'art.17. L'art.20 invece si esprime in merito alla portabilità dei dati che devono essere trasferibili senza impedimenti in ogni momento entro un termine standard da comunicazione di 1 mese, ciò serve per stimolare la competizione tra i diversi fornitori di servizi finanziari.

Chiunque si assuma l'onere di raccogliere e conservare dati di questo tipo è anche obbligato alla loro protezione e garantisce per la loro sicurezza. Per questo gli intermediari si sono dovuti dotare di un funzionario che assolva la funzione di Data Protection Officer, cioè di responsabile per la protezione dei dati loro affidati. In caso di fuga di notizie c'è l'obbligo di comunicare entro 72 ore all'autorità competente ed anche alle persone interessate. Inoltre i dati devono essere processati in un modo tale che in caso di attacchi al sistema informatico non possano essere facilmente ricondotti all'identità del singolo utente. Il risultato delle violazioni è la possibilità di incorrere in una sanzione pari al 4 per cento del turnover annuale, o a 20 milioni di euro, a seconda di quale delle due risulta maggiore. Un altro diritto sancito a beneficio del consumatore è il diritto di accesso su richiesta, che prevede che ciascun individuo possa chiedere quali informazioni su di lui vengano detenute da un istituto finanziario, il quale in genere ha un mese di tempo per rispondere al quesito. Posto che alla base della GDPR si trova comunque un tentativo di armonizzare le normative nazionali sulla privacy, un possibile primo passo per le istituzioni finanziarie è quello di tentare di colmare il divario tra la normativa nazionale già implementata e le maggiori istanze di tutela contenute nella stessa. Naturalmente questo modo di procedere avvantaggia quegli Stati, come il Regno Unito, ove molte delle previsioni della GDPR risultavano già presenti ben prima della sua adozione. È il caso ad esempio del sovracitato diritto di accesso su richiesta ai dati da parte del singolo utente nella normativa inglese e del diritto dell'utente alla notifica delle violazioni del sistema entro 72 ore dall'evento, già esistente nella legislazione tedesca. Tuttavia, anche nei Paesi più avanzati emerge la necessità di un mutamento sostanziale dell'approccio alla conservazione e gestione dei dati. Ciò in parte risulta dovuto alla necessità di rinegoziare i contratti tra le istituzioni finanziarie e i loro partner terzi che prevedano nuove responsabilità in capo a quest'ultimi nella prospettiva di una minimizzazione dei rischi.

In ogni caso, l'impatto più prorompente della GDPR riguarda il minor grado di personalizzazione che i gestori di servizi finanziari sono in grado di fornire sulla base della profilazione degli utenti, dovuto al diritto riconosciuto ai consumatori di obiettare a tale pratica, con il rischio che molte aziende siano indotte a ritirare alcuni servizi dal mercato per l'incapacità di gestirne le conseguenze in tema di gestione dei dati. A questa situazione, però, si accompagna in compenso, anche la possibilità che nuove opportunità di mercato si affaccino per quelle istituzioni finanziarie in grado di assumersi rischi più elevati e di meglio far fronte alle esigenze di trasparenza imposte dall'Unione Europea. Vi è dunque

una significativa possibilità che la GDPR si trasformi in un'opportunità competitiva.

Capitolo 3

Blockchain, criptovalute ed esempi in appendice

3.1 Focus dell'impatto della Blockchain sul settore finanziario

In questo capitolo presenteremo in dettaglio l'impatto della tecnologia Blockchain e delle criptovalute sul settore finanziario e vedremo un popolare indice di criptovalute costruito con l'intelligenza artificiale, poi vedremo gli aspetti connessi al riciclaggio tramite le criptovalute e le normative UE nate in risposta al fenomeno. Concluderemo il capitolo con esempi in appendice relativi agli argomenti trattati nell'elaborato. Premettendo che la Blockchain è una tecnologia che sta trovando applicazioni in molti settori anche all'esterno della finanza, lasciamo l'approfondimento al lettore curioso perché non è nostro scopo approfondire applicazioni esterne di questa nuova tecnologia (che sono per lo più in fase sperimentale). Nel primo capitolo abbiamo già parlato in un'ottica generale riguardante i nuovi servizi FinTech delle potenzialità della Blockchain ad esempio per i nuovi prestiti peer-to-peer (che hanno sostituito i vecchi prestiti iscritti nei bilanci delle banche e hanno disintermediato gli intermediari tradizionali) ed anche dei nuovi sistemi di finanziamento come per esempio il crowdfunding peer-to-peer. L'impatto potenziale della Blockchain sul settore finanziario sembrerebbe non solo radicale, ma anche nefasto perché minaccia di disintermediare gli intermediari, poiché le transazioni che avvengono in automatico tramite questa tecnologia non sono mediate da terzi. Il sistema decentralizzato della Blockchain infatti si pone in contrasto con l'attuale sistema centralizzato bancario. La struttura della banca centralizzata così com'è ora è semplice: si versa del denaro su un conto e questo viene mantenuto ed amministrato dalla banca ¹, nel sistema centralizzato vengono richieste delle commissioni da pagare per ottenere l'accesso e gestire il proprio denaro. La Blockchain permetterebbe di semplificare i processi bancari e ridurre radicalmente i costi di struttu-

¹Come è noto le banche reinvestono gran parte dei soldi dei depositanti tenendo in cassa solo una piccola percentuale di liquidità, il sistema bancario tradizionale è basato sulla fiducia, una corsa agli sportelli causata da una mancanza di fiducia provocherebbe il default della banca come avviene nel film di Mary Poppins

ra. Bisogna fare uno scenario per capire come cambierà il settore finanziario quando il sistema decentralizzato della Blockchain si sarà diffuso maggiormente. I servizi finanziari cambieranno in modo drammatico e diventeranno molto più efficienti, ma anche molto più diversificati. Le piattaforme di scambio e le applicazioni finanziarie decentralizzate non elimineranno del tutto le banche centralizzate. Invece, l'introduzione di questa tecnologia costringerà il sistema tradizionale ad utilizzare la Blockchain. La competizione farà anche pressione sulle banche per fornire servizi alla pari con le nuove controparti decentralizzate. Comunque bisogna precisare che questo scenario è ancora lontano perchè attualmente le infrastrutture dietro a questa tecnologia sono ancora poco sviluppate. Molte sfide tecniche devono ancora essere superate, le quali includono un miglioramento delle performance, della privacy, della sicurezza, dell'interoperabilità e della governance. Con centinaia di sviluppatori nel mondo che lavorano in progetti che stanno tentando di migliorare i protocolli e le applicazioni della Blockchain, c'è ragione per essere ottimisti che i problemi tecnici che permangono al momento saranno superati nel tempo.

3.2 Possibili applicazioni della Blockchain ai servizi finanziari

Vediamo nel dettaglio delle applicazioni della Blockchain ai servizi finanziari:

- *Transazioni tra paesi esteri:* in questo caso la Blockchain potrebbe avere risvolti sull'intera economia mondiale. I fondi trasferiti sono notoriamente lenti e costosi nel sistema attuale centralizzato. Con l'uso di network peer-to-peer per verificare le transazioni, ingenti quantità di denaro possono venire processate in varie zone del mondo in pochi secondi.
- *Smart Bonds:* gli Smart Bonds rispetto a quelli tradizionali si basano sui contratti della Blockchain che essendo automatizzati permettono una registrazione rapida degli stessi ed un loro settlement istantaneo.
- *Punti di sistemi di vendita:* i sistemi POS decentralizzati permettono di accettare e processare le criptovalute come metodo di pagamento. Ciò elimina la dipendenza dai costosi servizi bancari evitando le commissioni.
- *Piattaforme di trading:* la Blockchain può ridurre il costo del trading e può offrire un nuovo modo per scambiare titoli sul mercato senza l'intervento di un intermediario con i contratti smart, Il metodo attuale di scambio non è sempre istantaneo, cioè in real time, inoltre tutti i sistemi attuali sono lenti anche a causa di questioni burocratiche cioè richiedono documenti, copie, database contenenti informazioni sui clienti, la Blockchain può eliminare anche questo aspetto.
- *Contabilità ed auditing:* la Blockchain può permettere ai revisori contabili di verificare automaticamente i dati relativi ai bilanci d'esercizio risparmiando notevolmente

tempo, inoltre essa può aiutare a salvaguardare l'integrità dei file sensibili relativi alle aziende sottoposte a revisione associando una stringa hash al file e salvandolo nella Blockchain. A quel punto per verificare che il file non sia stato compromesso da un terzo, il revisore può rigenerare una stringa hash e confrontare se è la stessa di quella salvata sulla Blockchain.

- *Investimenti alternativi*: le criptovalute basate sulla Blockchain hanno permesso d'investire in maniera alternativa rispetto ai tradizionali assets e quindi sono state anzitutto uno strumento utile per aumentare il potere di diversificazione degli investitori. Per ora tuttavia rimangono un terreno rischioso adatto solo ad investitori propensi al rischio perché hanno una grande volatilità, ma se la Blockchain diventasse un sistema standardizzato e garantito da qualche ente regolatore come una società o una banca centrale, le cose cambierebbero.
- *Credit reports*: i reports creditizi sulle società potrebbero essere salvati sulla Blockchain permettendo di risparmiare costi e tempo per fruirli.

Inoltre la Blockchain può aiutare ad ottenere una notevole riduzione dei cicli temporali tra esecuzione (execution) e liquidazione (settlement), infatti intercorrono dei tempi tra esecuzione di un contratto e sua liquidazione, le due fasi non sono coincidenti nei mercati di borsa, con questa tecnologia potrebbero diventarlo. Molte imprese del mercato finanziario stanno effettuando verifiche sperimentali, ma nessuna fino ad ora ha impiegato la tecnologia Blockchain per dare una base ai processi di business, la sua scarsa adozione è la più grande limitazione perché la forza di questa tecnologia risente degli effetti di network.² Se propriamente introdotta questa tecnologia può mitigare il cosiddetto "cost of trust", che si manifesta in molti modi nel sistema finanziario e nell'economia in generale. Facendo ciò, si potrebbero abbassare i costi, ridurre i prestiti e creare un sistema finanziario più equo e sicuro. Qualora la Blockchain fosse adottata come sistema standard di transazioni ciò porterebbe ad un notevole risparmio dal punto di vista dei clienti, affidabilità e velocità delle transazioni. Con la Blockchain le transazioni diventerebbero sicure e decentralizzate, ciò permetterebbe di avere report completi e pienamente affidabili, evitando al massimo d'incorrere nelle frodi e potendo al meglio sfruttare le tecnologie d'analisi dei dati basate sull'intelligenza artificiale trattate nel capitolo precedente. Inoltre ogni singola variazione è aggiornata in real time all'interno della Blockchain, questo permetterebbe un migliore risk management ed una più efficiente allocazione degli investimenti. Ci vorranno tuttavia ancora anni e non è detto che questo tipo di tecnologia diventi lo standard diffuso per i pagamenti digitali. Infatti serve prima di tutto una normativa dettagliata che si occupi di regolamentarla.

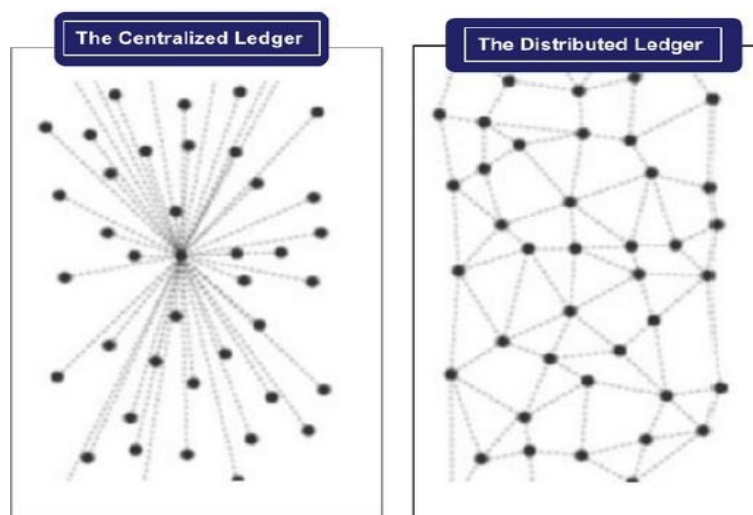
²Si ricorda che per effetti di network s'intendono quegli effetti per cui l'utilizzo da parte di più persone di un servizio o una tecnologia ne aumenta il valore.

3.3 La tecnologia Blockchain in dettaglio:

La tecnologia Blockchain, in italiano “catena di blocchi” è una sorta di registro pubblico, essa è nata già negli anni '70 ma solo nel 2009 con i *Bitcoin*, cioè la prima valuta digitale ha avuto la sua prima applicazione pratica. I blocchi sono collegati tra loro in un database pubblico (la cosiddetta “chain”). Attualmente la Blockchain su cui sono basati i Bitcoin, che è anche la più famosa, ha raggiunto le dimensioni di oltre 200 GB di dati immagazzinati. Le caratteristiche primarie della tecnologia Blockchain sono la sicurezza e la trasparenza, essa inoltre permette di trattare una grande quantità di dati grazie alla sua decentralizzazione. Non essendoci un'autorità centrale dietro alla Blockchain il problema dell'affidabilità (cioè che le transazioni ivi riportate corrispondano a transazioni reali) e della fiducia nella stessa è cruciale, infatti questa non dev'essere anzitutto alterabile da terzi. In caso di alterabilità dei dati relativi alle transazioni sarebbe infatti impossibile ricostruire la storia ad esempio di un bene e questo potrebbe esser stato rubato o acquistato con denaro proveniente da attività illecite con soldi riciclati. Con la decentralizzazione è la rete peer-to-peer che supporta e verifica ogni transazione, il libro mastro delle transazioni è distribuito alla pari tra tutti gli utenti della Blockchain ed i dati contenuti in essa sono pubblici. In particolare la tecnologia Blockchain rispetto ai sistemi tradizionali:

- *È più efficiente*: essa permette migliori scambi tra le varie parti del mondo. Siccome ci stiamo muovendo verso un'economia più globalizzata, ci servirà un protocollo più efficiente per trattare le transazioni a lunga distanza. Tradizionalmente, queste transazioni possono richiedere giorni o intere settimane. Con la Blockchain si automatizza il sistema di verifica delle transazioni.
- *È più sicura*: essa permette che la responsabilità per la verifica e la validazione delle transazioni sia distribuita su tutta la rete. Al contrario dei sistemi centralizzati che sono più vulnerabili rispetto ad un sistema condiviso come questo.
- *Ha più potenziale di accrescere il valore di assets digitali*: mentre alti tassi d'interesse sono attrattivi per i clienti, questi sono raramente più dell'1 o del 2 per cento. Sebbene i criptomercati possano fluttuare molto, il potenziale ritorno dell'investimento per possedere assets digitali è molto più alto. Il valore della criptomoneta è determinato da quanti stanno usando quella moneta nelle transazioni. Si ricordano i valori record recentemente raggiunti dal Bitcoin, tant'è che oggi si trova sul mercato una loro versione ridotta denominata *miniBitcoin*.
- *Meno costi associati*: non ci sono costi aggiuntivi con le transazioni basate sulla Blockchain. Ci sono invece molte tasse nascoste nel sistema centralizzato che esistono per supportare l'enorme infrastruttura amministrativa dietro alle banche tradizionali. Con la decentralizzazione i costi aggiuntivi sono ridotti al minimo essenziale.

Esistono diversi tipi di Blockchain: a libro mastro distribuito o a libro mastro centralizzato, in inglese si parla di *distributed ledger* o *centralized ledger*.³ Sebbene quando si parli di Blockchain nel linguaggio comune si faccia riferimento principalmente a quella *distributed ledger*.



fonte

Blockchain4innovation.it

Figura 3.1: Blockchain distributed vs centralized ledger

Prima di vedere in dettaglio come funziona ciascun blocco della Blockchain vediamo la differenza tra questi due modelli di Blockchain ed i vantaggi/svantaggi di ciascuno. Sia il modello *distributed ledger* che quello *centralized ledger* sono una rete peer-to-peer con dei nodi interconnessi i quali si occupano di conservare ed assicurare il libro mastro condiviso, si può parlare riferendosi ai due tipi anche di *Blockchain pubbliche e private*. Entrambe necessitano di un meccanismo di consenso per convalidare un nuovo blocco della catena. La più famosa Blockchain pubblica è quella su cui gira la criptovaluta Bitcoin, in questa ciascuno può aggiungersi e leggere le informazioni in essa contenute⁴ mentre quelle private o centralizzate hanno delle restrizioni su chi può partecipare o immagazzinare i dati delle transazioni che vi transitano, queste informazioni infatti non sono rese pubbliche, sono proprietarie e solitamente utilizzate ad esempio all'interno di un'azienda. Quindi la differenza principale risiede in chi può partecipare alla Blockchain e chi può accedere alle informazioni ivi contenute.

³Si ricorda che un libro mastro è un libro su cui sono annotate tutte le transazioni finanziarie

⁴Il lettore curioso può perfino scaricarla sul proprio PC, se ha almeno 200 GB di spazio libero.

Blockchain centralized ledger:• *Vantaggi:*

1. Permettono più personalizzazione e controllo sulla rete (anche di chi può parteciparvi) da parte dell'azienda che la controlla.
2. Le imprese possono utilizzarla per immagazzinare e proteggere i loro dati sui nodi di cui si fidano.

• *Svantaggi:*

1. Non essendo i dati così tanto condivisi sono generalmente meno sicure delle Blockchain decentralized ledger.
2. È difficile renderle accessibili e controllabili a terze parti esterne all'organizzazione.
3. Solo le imprese sono beneficiarie di questo tipo di Blockchain.

Blockchain decentralized ledger:• *Vantaggi:*

1. Dal momento che i dati sono condivisi su un grande pool di utenti, questo ne garantisce la loro integrità in caso di tentativi di hackeraggio perché tutti hanno una copia originale della Blockchain.
2. Chiunque può avervi accesso senza bisogno di un intermediario, si dice che è un sistema "trustless".
3. Stabilità poiché i blocchi validati sono praticamente impossibili da modificare una volta registrati sulla Blockchain.

• *Svantaggi:*

1. Essendo pubbliche non garantiscono un grande livello di privacy agli utilizzatori della stessa.
2. Più è grande e più richiede minatori cioè utenti che prestino la loro potenza computazionale per farla funzionare.
3. Per la validazione di un nuovo blocco della Blockchain la richiesta in termini computazionali è molto dispendiosa ed è inefficiente sotto questo punto di vista.

Adesso che abbiamo delineato le principali differenze con annessi vantaggi e svantaggi dei due tipi di Blockchain principali che si trovano in giro, possiamo passare ad analizzare più nel dettaglio la struttura della stessa. Ogni blocco ha un Timestamp che è un marcatore temporale che indica quando è stato generato ed una funzione hash criptata che lo ricollega al blocco precedente. Ciascuno dei blocchi contenuti può esser diviso in 3 sezioni distinte:

- *La prima sezione del blocco* incorpora informazioni relative all'operazione (data, ora, ammontare ecc.)
- *La seconda sezione del blocco* incorpora informazioni su chi sta partecipando all'operazione, tuttavia è qui che nasce un possibile rischio di riciclaggio perché sebbene sia tracciata la provenienza di ogni operazione, lo è solo in maniera fittizia, infatti una transazione d'acquisto o vendita ha una sorta di firma digitale pari ad un nickname dietro cui si può nascondere il reale operatore.
- *La terza sezione del blocco* serve per renderlo unico rispetto agli altri, ogni blocco infatti possiede un codice identificativo che lo contraddistingue in maniera univoca rispetto agli altri. Affinchè un blocco sia aggiunto a questa catena di blocchi devono verificarsi delle condizioni specifiche, un blocco infatti non viene automaticamente aggiunto alla catena. Anzitutto, dev' esserci per davvero una transazione, poi le informazioni contenute in questa devono essere verificate con un confronto con altri registri pubblici ad es. Wikipedia o la *Securities Exchange Commission (SEC)* ed infine questo lavoro tuttavia viene delegato a milioni di computer connessi in network che prestano la loro potenza di calcolo (in cambio di una ricompensa in criptovalute) solo a questo scopo. A questo punto l'operazione è incamerata in un blocco e solo se questo possiede il suo codice identificativo univoco, esso viene aggiunto alla catena di blocchi, diventando a tutti gli effetti pubblico, cioè le informazioni che contiene diventano disponibili a tutti. Una volta che il blocco entra a far parte della catena diventa praticamente impossibile da cancellare, perché se venisse cancellato, anche quelli successivi dovrebbero essere cancellati dal momento che fa parte di una catena in cui ogni blocco è identificato in maniera univoca da un codice.

Per partecipare alle transazioni è obbligatorio per ogni partecipante avere un cosiddetto "portafoglio" che consta di *2 chiavi di crittografia, una chiave pubblica ed una privata*. La chiave pubblica indica dove l'operazione viene depositata e da dove la somma proviene, per fare un esempio la chiave pubblica può essere immaginata come una cassetta delle lettere in cui qualunque postino può inserire tutto quello che vuole attraverso l'apertura, tuttavia solo il proprietario può aprirla grazie alla sua chiave privata. Si precisa che affinché una transazione avvenuta all'interno della Blockchain venga approvata essa deve ottenere l'approvazione dalla maggioranza assoluta dei nodi partecipanti alla Blockchain (51 per cento), dopo che essa è stata approvata, i dati che la riguardano sono conservati e resi pubblici all'interno di un blocco della catena, i blocchi così creati sono imm modificabili, per modificare le informazioni inerenti ad una transazione è necessario nuovamente creare un nuovo blocco e farlo approvare dalla maggioranza assoluta dei nodi della Blockchain. Questo meccanismo complesso serve a salvaguardare il contenuto delle informazioni presenti sulla Blockchain. I nodi partecipanti alla Blockchain sono costituiti dai computers degli utenti che partecipano alla stessa che hanno il soprannome di "*miners*", cioè minatori, essi

prestano la potenza di calcolo del loro computer per risolvere il problema di validazione di un nuovo blocco ricevendo in cambio un pagamento in criptovalute.

Prendiamo ad esempio il Bitcoin per spiegare come funziona questa ricompensa che ricevono in cambio i miners, essa in origine era di 50 Bitcoin per blocco minato, ma se essa fosse rimasta sempre costante ci sarebbe stato un aumento esponenziale della quantità di Bitcoin in circolazione che a sua volta avrebbe creato inflazione e quindi una svalutazione della criptovaluta. Per ovviare a ciò il sistema è programmato per creare criptovalute seguendo una serie geometrica ⁵ finchè il numero totale di Bitcoin non raggiunge un certo numero prestabilito che è di ventuno milioni. Ogni 4 anni circa, equivalente al tempo stimato per computare 210.000 blocchi, il sistema è programmato per dimezzare la ricompensa data, così si ottiene:

$$210.000 \cdot 50 \cdot \sum_{n=0}^{+\infty} \left(\frac{1}{2}\right)^n = 21.000.000$$

3.3.1 Crittografia e validazione di un blocco: Proof of work

Vediamo in dettaglio il sistema di crittografia asimmetrica a 2 chiavi: una chiave pubblica ed una privata precedentemente accennato, esso serve per garantire elevati standard di sicurezza a tutti i suoi utilizzatori, infatti affinché la Blockchain venga utilizzata per le transazioni come si diceva questa dev'essere anzitutto affidabile. Per chiave pubblica e privata s'intende che la chiave che cripta il messaggio non è la stessa che può decriptarlo. Per criptare la firma digitale delle transazioni sulla Blockchain si utilizzano delle funzioni dette *hash*, se ne usano molte ma una delle più diffuse per i Bitcoin è la *SHA-256* che converte una stringa di testo e restituisce un output di 64 caratteri esadecimali corrispondente a 256 bit di memoria.

Questa stringa di output esadecimale è unica e basta una piccola variazione nella stringa che si sta codificando come ad es. una semplice maiuscola piuttosto che minuscola che cambia radicalmente, inoltre ad una stessa stringa di testo corrisponde sempre lo stesso output di hash esadecimale ed è estremamente difficile, se non impossibile, fare la procedura inversa e cioè risalire alla stringa originale dal codice esadecimale hash generato in output. Per validare un blocco della Blockchain ci sono due metodi chiamati anche meccanismi di consenso alternativi che sono detti rispettivamente *Proof of work* e *Proof of stake*. Abbiamo deciso di vederne in dettaglio uno solo di questi due e per la precisione il Proof of work, esso è un problema di crittografia che utilizza un algoritmo che tenta letteralmente tutte le combinazioni possibili per pervenire ad una soluzione. Ogni blocco della Blockchain può esser suddiviso in due parti, una chiamata "header" di lunghezza prestabilita e l'altra contenente i dati delle transazioni. Uno dei campi all'interno dell'header viene detto numero

⁵Si ricorda che una serie geometrica è una serie del tipo $\sum_{k=0}^n x^k = 1 + x + x^2 + \dots + x^n$ in cui il rapporto tra ogni addendo successivo e quello precedente è per definizione sempre costante

SHA256 Hash Generator Fonte: <https://passwordsgenerator.net/sha256-hash-generator/>

This online tool allows you to generate the SHA256 hash of any string. SHA256 is designed by NSA, it's more reliable than SHA1.

Enter your text below:

Mi chiamo Alvise

Generate
Clear All
MD5
SHA1
SHA512
Password Generator

Treat each line as a separate string

SHA256 Hash of your string:

1BE5F4F9CC891ACD790286FD945DCE291F5A9CA6A9F8928CF6E335C8E9F206A3

Figura 3.2: Generatore di hash

utilizzato una volta sola (Number used once) che è rappresentato da una sequenza di 32 bit e che i miners devono andare a sovrascrivere. Se la stringa output è inferiore ad un valore soglia target allora il blocco è valido, altrimenti non lo è. Inoltre per essere valido un blocco come si è già detto dev'essere accettato dalla maggioranza assoluta dei nodi. Data una funzione hash crittografica che si può indicare con F , la soluzione del problema è quell' x tale che $F(x) \leq Target$. Il Target è un valore deciso dal sistema che viene modificato ogni 2016 blocchi che corrispondono ad un tempo stimato di generazione di circa due settimane. Per la risoluzione di questo problema la stringa trovata dai miners deve avere le prime cifre del codice esadecimale con un valore minore rispetto al Target che è un numero tendente a zero, quindi i primi caratteri del codice esadecimale generato devono essere lunghe sequenze di zeri, ovvero esso dev'essere un numero molto piccolo e per questo lungo. Il valore Target è calcolato affinché una stringa con le caratteristiche sovraccitate possa essere trovata in un tempo di circa 10 minuti. Poiché ogni valore hash è un numero di 256 bit, esistono 2^{256} valori possibili, con probabilità che abbiano un valore inferiore al Target pari a $P(Target) = \frac{Target}{2^{256}}$ e con un numero di tentativi necessario per trovarlo pari a $Numero\ di\ tentativi = \frac{1}{P(Target)} = \frac{2^{256}}{Target}$. Ciò è importante perché rende praticamente impossibile truccare la Blockchain, infatti per rendere valida una modifica sulla Blockchain non è sufficiente modificare un solo blocco, ma come già detto bisogna modificarli tutti e questo richiederebbe uno sforzo computazionale immenso che nessun computer al mondo può sopportare. Questo metodo di validazione ha permesso di superare il problema della doppia spesa, infatti la questione prima era che uno stesso token, cioè moneta digitale poteva essere speso più volte e quindi potevano verificarsi delle vere e proprie truffe. [12][32][53][44][27]

3.3.2 Smart contracts

Gli Smart contracts, cioè letteralmente contratti intelligenti o anche detti self executing contracts sono protocolli informatici che funzionano in automatico grazie ad un software che li gestisce e che si assicura che avvenga il trasferimento di criptovalute o assets tra due controparti, ciò permette di non ricorrere ad un intermediario, di ridurre i costi di transazione e di non incorrere in truffe. Per essere più chiari essi sono contratti tradotti in una sequenza di codice e possono esser salvati e replicati dai computers connessi alla Blockchain, rispettando le condizioni prestabilite in fase di contrattazione dalle controparti. In realtà gli Smart Contracts non esistono necessariamente con la tecnologia Blockchain, infatti essi sono precedenti ed utilizzati in via sperimentale già dagli anni '90, ma la tecnologia Blockchain ne ha favorito l'utilizzo perché ha dato delle garanzie che prima non c'erano come ad esempio: fiducia, affidabilità e sicurezza permettendone di poter fare a meno di un intermediario tra due controparti. Con più precisione è stato Nick Szabo nel 1994 a capire che la Blockchain decentralized ledger poteva esser utilizzata per gli Smart contracts. Essi permettono quindi di scambiare denaro, beni o altro in maniera automatica. Sugli Smart contracts come sui contratti normali c'è scritto tutto: le penalties in caso d'inadempimento ed i termini del contratto. Gli Smart contracts offrono molti vantaggi tra cui:

- *Autonomia*: non serve un intermediario per eseguirli, ma essi sono gestiti e conclusi automaticamente dalla Blockchain.
- *Affidabilità*: i documenti sono criptati sul libro mastro condiviso (shared ledger) e non possono venir smarriti, inoltre c'è sempre un backup disponibile in caso di problemi.
- *Velocità d'esecuzione*: dal momento che è tutto automatizzato i tempi sono molto più veloci.
- *Risparmio di denaro*: dal momento che non richiedono l'intervento di un intermediario sono molto più economici dei contratti standard.
- *Accuratezza*: Evitano gli errori umani che potrebbero capitare nei contratti standard.

Tuttavia hanno dei problemi come ad esempio il fatto che una volta dato l'ordine d'esecuzione non si può tornare indietro o potrebbero esserci dei bugs nel codice con cui son stati trasmessi che non ne permetterebbero l'effettiva conclusione. Allo stato attuale poiché questi problemi permangono, siti come Blockchain Technologies propongono una versione ibrida di questo tipo di contratti, infatti essi vengono validati attraverso la Blockchain ma alle controparti viene data anche una copia fisica degli stessi. La Blockchain più avanzata per processare contratti di questo tipo non è quella Bitcoin, ma Ethereum.

3.4 Le criptovalute:

Le criptovalute sono delle valute digitali il cui valore non è collegato alla moneta legale che viene distribuita da una banca centrale ed il cui tasso di cambio viene regolamentato, il valore delle criptovalute è determinato dalla legge della domanda e dell'offerta. Secondo la BCE (Banca Centrale Europea) più precisamente esse sono un *“sottotipo di moneta digitale non regolamentata che è controllato dai propri sviluppatori e usato ed accettato dai membri di una specifica comunità virtuale”*. La caratteristica fondamentale delle criptovalute è la loro natura decentralizzata, la differenza principale tra la moneta legale ed una criptovaluta consiste proprio nel processo di verifica, mentre infatti la moneta legale è regolamentata da un'autorità (una banca centrale ad esempio), la criptovaluta è regolata soltanto dalla rete, cioè dal network di computers che sono interconnessi per verificare la correttezza delle transazioni. ⁶ All'inizio conosciute solo dagli esperti informatici, sono diventate famose presso il grande pubblico quando il fondatore di una società che ne promuoveva l'utilizzo è finito sotto inchiesta per aver convertito in moneta digitale il denaro proveniente dall'attività illegale del narcotraffico. Sulla fine del 2017 sono tornate agli onori della cronaca perchè una criptovaluta, la più famosa e diffusa e cioè il Bitcoin ha raggiunto la cifra record di valore di 16mila euro. Ci sono moltissime criptovalute tra cui tanto per citare le più famose: Bitcoin, Ethereum, Litecoin, Ripple ecc. e ne continuano ad essere proposte sul mercato in continuazione.

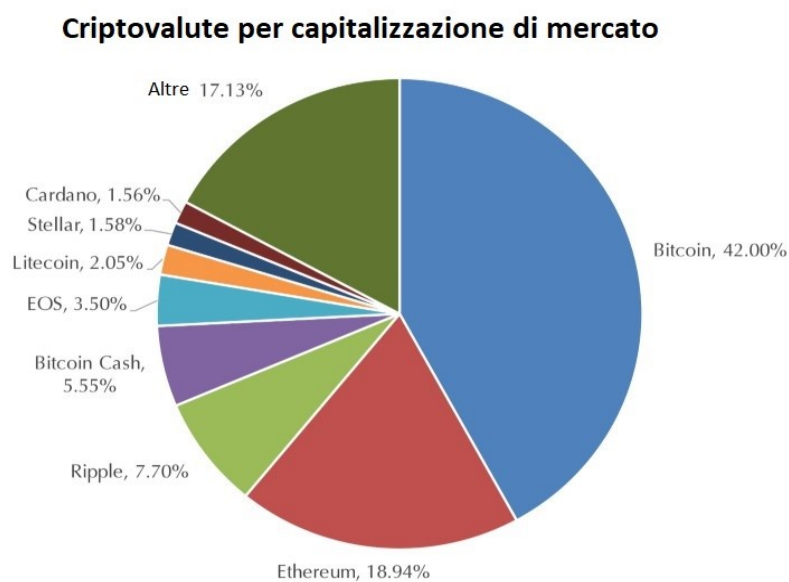


Figura 3.3: Criptovalute sul mercato

⁶Ma come è stato accennato nel capitolo 1, alcune banche stanno portando avanti degli studi economici sull'impatto che potrebbe avere sul sistema finanziario globale l'emissione di criptovalute "backed", cioè garantite da parte di enti come banche centrali o altre banche.

Quando una società si quota per la prima volta in borsa si parla di *IPO-Initial Public Offering*, per le criptovalute invece si parla di *ICO (Initial Coin Offering)* che come avviene per le IPO hanno solitamente un buon successo di pubblico all'inizio che ritiene il primo prezzo battuto sulla borsa sottostimato e quindi con buone potenzialità di crescita, questo ne favorisce l'iniziale diffusione.

Con le criptovalute sono nati anche gli *Exchanger*, cioè delle società che prestano servizi di conversione tra criptovalute e monete fiat o tra diverse criptovalute. Sono sempre di più i commercianti che accettano le criptovalute come strumento di pagamento, un esempio lampante è la casa produttrice di computer Dell che è stata tra le prime a permettere il pagamento in criptovalute, un altro esempio è il famoso sito online di vendite Ebay che tramite Paypal permette il pagamento con queste. Ci sono moltissime criptovalute in circolazione oggi e continuano a nascerne di nuove ⁷, infatti più avanti nella trattazione si vedrà che uno dei principali indici di criptovalute ne contiene addirittura cento. Tuttavia il Bitcoin è stata la prima criptovaluta ad essere realizzata nel 2008 dallo sviluppatore di software Satoshi Nakamoto ed è nata e si è diffusa in risposta alla grande crisi finanziaria come alternativa al sistema valutario tradizionale. A quei tempi un Bitcoin valeva appena un penny americano, un valore molto lontano da quello attuale di migliaia di dollari con una capitalizzazione di mercato di oltre duecento miliardi di dollari.

⁷Ad esempio mentre stavamo scrivendo questo elaborato il famoso social network Facebook ha annunciato il lancio della sua criptovaluta Libra

3.4.1 L'indice CryptoIndex 100 (CIX100):

Ora presenteremo un indice di criptovalute molto particolare e cioè l'indice *Crypto Index 100 (CIX100)*. In questo indice il numero di criptovalute è sempre uguale e cioè cento, esso è calcolato in real time.



Figura 3.4: Indice CIX100

Si è scelto di presentare questo indice perché come viene spiegato dalla sua descrizione sul portale Bloomberg esso è un indice creato recentemente in cui sono quotate criptovalute e che utilizza algoritmi d'intelligenza artificiale per funzionare. Inoltre le criptovalute sono aggiunte secondo questi principali criteri:

1. Le criptovalute incluse devono avere una storia di trades superiore ai 3 mesi.
2. Le criptovalute incluse non devono essere implicate in qualche truffa, scandalo o processo giudiziario.
3. La criptovaluta dev'essere già quotata presso un exchanger di criptovalute da cui l'indice CIX100 raccoglie i dati, tra questi ci sono: Binance, Bitfinex, Bitstamp, Bittrex, HitBTC, Huobi, Kraken, Okex, Poloniex.
4. La criptovaluta non deve avere un valore connesso a valute a corso legale (ne esistono alcune che lo sono come ad esempio Tether).

Il peso di ogni criptovaluta di quest'indice è calcolato come una percentuale della capitalizzazione media della criptovaluta i -esima divisa per la capitalizzazione media complessiva di

tutte e cento le criptovalute nello stesso mese preso in considerazione. Partendo dalla formula della capitalizzazione totale: $Capitalizzazione\ totale = C_{Totale} = \sum_{i=1}^{100} \left(\frac{1}{L} \left(\sum_{d=1}^L C_i(d) \right) \right)$

Dove L indica il numero di giorni nel mese specifico considerato e da cui viene sottratto l'ultimo giorno, mentre d indica l'indice che si riaggiorna al cambiare del giorno. Si arriva al peso di ogni criptovaluta inserita nell'indice, indicando il singolo peso con ω_i

$$\omega_i = \frac{\frac{1}{L} \left(\sum_{d=1}^L C_i(d) \right)}{C_{Totale}}$$

Ovviamente i pesi così calcolati son sottoposti al vincolo $\sum_{i=1}^{100} \omega_i = 1$, cioè semplicemente devono sommare ad 1. Con questa regola viene calcolato il peso delle criptovalute ad inizio giornata che tuttavia viene ribilanciato alla fine della giornata seguendo regole matematiche piuttosto complesse che abbiamo deciso di non trattare. Tuttavia verrà accennato che questo ribilanciamento continuo a fine giornata è necessario per evitare il sovrapporsi dei pesi calcolati al giorno precedente con quelli del nuovo giorno di trading. [59]



Figura 3.5: Indice CIX100 vs FTSEMIB vs SP500

Vediamo tramite il portale **Bloomberg** i rendimenti comparativi, cioè la sua variazione percentuale in termini di prezzo e rendimento totale confrontata con altri due popolari indici che sono l'*SPX INDEX* cioè lo *Standard & Poor 500* che è il più famoso indice degli Stati Uniti d'America e l'*FTSE MIB* che è l'indice italiano più famoso. Un confronto in termini di prezzo non avrebbe avuto senso perché non solo i prezzi sono molto diversi per quello che contengono i diversi indici e per le regole con cui sono pesati, ma essi sono anche

in diversa valuta, infatti ad esempio l'FTSE MIB è in euro.

Vediamo che su un periodo di riferimento 22/5/2019-09/09/2019 il CIX100 ⁸ ha superato del doppio sia variazione di prezzo che il rendimento totale dell'indice che è andato meglio (che nel caso in esame e sul periodo considerato è l'FTSE MIB).

⁸il CIX100 è indicato da una curva bianca, mentre FTSE MIB e SP500 sono le due curve in basso

3.5 Riciclaggio e regolamentazione antiriciclaggio

Tra gli impatti delle nuove tecnologie sul settore finanziario accanto a quelli “standard” va considerato anche questo come impatto, ovvero quello connesso alle nuove potenzialità di riciclaggio introdotte da questi nuovi strumenti. In questo paragrafo si vedranno le normative che regolano le criptovalute, le loro caratteristiche intrinseche che ne favoriscono o sfavoriscono l’uso a fini di riciclaggio e la regolamentazione UE antiriciclaggio che è nata per contrastare il fenomeno. I maggiori mercati neri connessi con le attività di riciclaggio per i quali è transitato il Bitcoin sono “Silk Road” ed “AlphaBay” mercati illegali definiti come l’Amazon del traffico delle droghe. Gli exchanger che ricevono Bitcoin con provenienza illecita cercano di mascherare la nazione in cui operano le conversioni, di modo che risulti difficile per le autorità capire quale sia la normativa del paese di riferimento da applicare. Per migliorare l’anonimato delle criptovalute e specialmente del Bitcoin che rispetto ad altre più recenti non lo garantisce così bene, si è spesso fatto ricorso ai *mixer* che in cambio di una provvigione che si aggira di solito attorno all’1-3 per cento dell’ammontare, tramite degli algoritmi che mandano in piccole somme partizionate a molti indirizzi la somma che vi transita riescono ad oscurare la provenienza originaria della stessa. Per tentare di essere più chiari nello spiegare il funzionamento dei mixer si ricorda che ogni transazione in criptovalute è registrata nella Blockchain pubblica, sebbene siano tracciabili solo l’ammontare delle transazioni, gli indirizzi e le transazioni stesse. Il mixer quindi tenta di interrompere i collegamenti tra chi ha trasferito precedentemente criptovalute ad un utente e costui, inviando monete dall’indirizzo di quell’utente ad altri indirizzi e da loro di nuovo a questo stesso. Il grande numero di operazioni tra moneta fiat e moneta virtuale ha costretto l’autorità a pensare a delle normative ad hoc per la materia. In Italia con la risoluzione *AdE n. 72/2016* il legislatore ha disposto che le operazioni tra euro e monete digitali per soggetti di residenza italiana siano parificate alle operazioni in valuta estera. La moneta digitale viene quindi assoggettata allo stesso regime fiscale e legale che vige per le altre monete, quindi sono assoggettate alle imposte sulle plusvalenze per imprese, mentre ci sono delle esenzioni per le persone fisiche per il possesso di un ammontare inferiore a una certa soglia di moneta digitale che ammonta ad un controvalore di circa 50.000 euro. Nell’Unione Europea le transazioni che eccedono i quindici mila euro devono essere riportate all’autorità antiriciclaggio nazionale, poichè questo limite è noto ai criminali, essi fanno transazioni appena sotto a questa soglia. Queste nuove monete parallele a quelle tradizionali hanno sicuramente aperto ampi spazi al riciclaggio del denaro perché non permettono in modo trasparente di risalire al soggetto a cui fan capo le transazioni. Tra le criptovalute il Bitcoin non è di certo quella più pericolosa, anche perchè ormai obsoleta. Ce ne sono di molto più minacciose per la loro mancanza di trasparenza come ad esempio il “Monero” che a differenza delle altre criptovalute derivate dal Bitcoin è basato sul protocollo di sicurezza “CryptoNight” che deriva dal protocollo CryptoNote che utilizza algoritmi molto più

efficaci per oscurare i blocchi della Blockchain e garantire la privacy, con questo protocollo tutte le informazioni sull'operazione sono conosciute solo dalle due controparti, pubblico è solo l'ammontare dell'operazione. In maniera generica si può affermare che le criptovalute hanno questi problemi:

1. Un problema di tracciabilità e trasparenza
2. Un problema di una mancanza di un riferimento oggettivo (tasso di cambio reale) che le espone alla volatilità del mercato.
3. L'impossibilità di ricostruire le operazioni di acquisto e di vendita.

Tuttavia è bene fare un'analisi più accurata delle caratteristiche intrinseche delle criptovalute che viene presentata qui di seguito e che spiega la loro appetibilità o meno per il riciclaggio.

- *Accettabilità*: l'acquisto di beni e servizi è un modo alternativo per riciclare il denaro senza aver bisogno di convertirlo in altro denaro (moneta fiat) (e quindi a sottostare ad un controllo). Tuttavia le criptovalute rispetto agli strumenti finanziari tradizionali non sono ancora così tanto accettate e condivise come strumento di pagamento, quindi questo pone un pesante limite ai canali che la criminalità può sfruttare per riciclare il denaro sporco, specialmente questo vincolo si fa tanto più sentire quanto sono grandi le somme da riciclare. Per cui questo pone un primo importante ostacolo all'attività di riciclaggio tramite criptovalute, anche se questa situazione potrebbe cambiare nel futuro, attualmente è così ed è comunque improbabile che le criptovalute diventino più diffuse dei mezzi finanziari convenzionali che interagiscono con l'economia dei settori più importanti. **Disincentivo al riciclaggio.**
- *Amministrazione*: è impossibile per le autorità di vigilanza confiscare conti correnti che contengono fondi in criptovalute di provenienza illegale così come non si può prevenire un utente dall'aprire un deposito di criptovalute perché questi compiti sono entrambi demandati al network peer to peer decentralizzato. Infatti l'accessibilità agli account può essere impedita solo se si conosce la chiave privata dell'utente. Inoltre non hanno neanche limiti nell'ammontare massimo depositabile, manca quindi nel mondo delle criptovalute un'autorità centrale regolamentatrice. **Incentivo al riciclaggio.**
- *Livello di autenticazione*: la Blockchain contiene una traccia pubblica di ogni transazione avvenuta, ma non ci sono informazioni sulle controparti coinvolte. La crittografia asimmetrica permette autenticazioni tramite l'utilizzo di pseudonimi cioè nickname. Perciò è impossibile identificare da fuori gli autori materiali delle operazioni poste in essere, in aggiunta possono essere anche creati molteplici account per nascondere le somme reali riciclate. **Incentivo al riciclaggio.**

- *Volatilità del prezzo:* le criptovalute per loro natura espongono ad un rischio di volatilità poichè non hanno dietro e cioè come si dice in inglese non sono “backed” ad esempio da una banca centrale che ne assicuri il valore . A causa di ciò i tassi di cambio tra moneta fiat e criptovalute oscillano in continuazione, questa oscillazione non è di poco conto, ma è molto alta. L’alta volatilità intrinseca di questo tipo di moneta costituisce un forte deterrente per l’attività di riciclaggio perchè i criminali che si affidano ai riciclatori non vogliono correre il “rischio di mercato”. **Disincentivo al riciclaggio**
- *Flessibilità e costi di transazione:* le criptovalute sono un sistema di trasferimento di fondi pressochè privo di costi di transazione, il network peer to peer permette di trasferire direttamente tra accounts gli importi dovuti senza essere collegati a nessun istituto bancario e/o finanziario. Questo fa anche sì che siano coinvolti molti soggetti in ogni operazione rendendo il tutto più complesso da tenere sotto controllo per le autorità. Gli unici costi che ci sono con le criptovalute sono i costi operativi, che tuttavia col diffondersi delle criptovalute potrebbero in futuro aumentare. Vengono a mancare i costi che sono normalmente addebitati durante le operazioni di cambio valuta ed i costi per trasferimenti intercontinentali (ad es. utilizzando servizi come Western Union e che possono arrivare anche al 10 per cento della somma totale). Per le attività di riciclaggio i costi di transazione sono un elemento cruciale perchè è proprio tramite l’esecuzione di molteplici operazioni con diversi destinatari che si ripulisce il denaro sporco. **Incentivo al riciclaggio.**
- *Irrevocabilità delle transazioni:* l’irrevocabilità è una proprietà che le criptovalute hanno in comune con il denaro comune, mentre negli strumenti finanziari tradizionali ad esempio è solitamente possibile revocare le transazioni. L’irrevocabilità delle transazioni è un incentivo al riciclaggio perchè agisce da protezione dalle frodi per i criminali quando vendono oggetti illegali esattamente come avviene per i normali utenti. Per le autorità di vigilanza è inoltre impossibile impedire le transazioni o revocarle dopo che sono state poste in essere. **Incentivo al riciclaggio**
- *Processazione dei pagamenti:* quando ancora le criptovalute non esistevano le transazioni online richiedevano una terza parte garante come intermediario per verificare i pagamenti ed assicurare che la moneta digitale non potesse essere spesa due volte (problema del double spending). I principali controlli antiriciclaggio avvenivano perchè questi intermediari segnalavano le operazioni sospette alle autorità antiriciclaggio, ma le criptovalute non necessitano più di un intermediario durante le transazioni online, distribuendo il libro contabile di tutte le transazioni a tutti gli utenti del network peer to peer. **Incentivo al riciclaggio.**

- *Rapidità*: le criptovalute permettono di eseguire transazioni in tempo reale in ogni parte del mondo. Questo rende il monitoraggio delle transazioni estremamente difficile, infatti si può fare solo un monitoraggio ex post di dati che son stati registrati, inoltre la sospensione di operazioni illecite è praticamente impossibile. **Incentivo al riciclaggio.**

Alcuni paesi si stanno ingegnando per trovare un modo per regolamentarle e tenerle sotto controllo, altri hanno risolto il problema alla radice rendendole direttamente illegali (ad esempio la Cina). In Europa per combattere al meglio il riciclaggio che potrebbe avvenire tramite questi nuovi strumenti si vuole creare una collaborazione tra *Financial Intelligence Unit statali* e le piattaforme online utilizzate per il circolo delle monete digitali e la loro conversione in moneta legale: gli exchangers, questo controllo dei canali paralleli a quelli tradizionali dovrebbe anche aiutare a prevenire il finanziamento in via anonima del terrorismo. Vediamo le disposizioni delle principali direttive antiriciclaggio relativamente alle criptovalute. La *IV Direttiva UE antiriciclaggio 849/2015* ha inserito tra gli enti non finanziari ad avere gli stessi obblighi degli intermediari finanziari in materia fiscale e sottoposti al controllo antiriciclaggio gli exchanger cioè quegli enti che si occupano di quotare i tassi di cambio delle valute digitali per poi agire da intermediari tra i soggetti interessati a:

- 1 *Convertire monete fiat in criptovalute.*
- 2 *Scambiare criptovalute con altre criptovalute (ne esistono infatti moltissimi sottotipi con una diversa capitalizzazione sul mercato).*
- 3 *Convertire criptovalute in monete fiat (In particolare essi dovranno adottare i metodi di adeguata verifica per la clientela secondo il principio “conosci meglio la tua controparte”).*

Dopo questa è stata emanata una direttiva successiva e cioè la *Quinta Direttiva UE Antiriciclaggio 2018/843*, essa impone che le autorità competenti debbano sempre essere in grado di associare alle criptovalute il loro proprietario attraverso un monitoraggio costante delle operazioni effettuate utilizzando questo tipo di valuta, inoltre fino all'introduzione di questa nuova direttiva gli exchanger tra valute fiat e criptovalute non dovevano segnalare le attività sospette, per questo le criptovalute siano state utilizzate per scopi illeciti. Essa ha aumentato i poteri a disposizione delle *UIF (Unità d'informazione Finanziaria)* per quanto concerne gli strumenti a rischio riciclaggio (come le criptovalute) ed il monitoraggio dei paesi terzi maggiormente esposti ed ha fatto un passo avanti anche nella creazione di un registro comune dei titolari effettivi. Questa direttiva si estende anche alle attività connesse alle valute virtuali comprendendo tutti coloro che in qualche modo prestano servizi inerenti alla circolazione sotto qualsiasi forma delle valute elettroniche o alla loro conversione in monete fiat, ha infine introdotto per loro l'obbligo d'iscrizione al registro dei

cambia valuta. La normativa differenzia gli exchanger dai custodial wallet, cioè i soggetti che prestano servizi di portafoglio digitale. C'è da dire che la tracciabilità delle criptovalute è in contrasto con la direttiva GDPR sulla privacy e sulla protezione dei dati.

3.6 Esempi in appendice:

Nel capitolo 1 già abbiamo mostrato degli esempi concreti ed anche in questo capitolo dedicato a Blockchain e criptovalute dove abbiamo presentato l'indice CIX100. Ci mancano solo esempi relativi al capitolo 2, visto che abbiamo immaginato che fosse il capitolo più interessante per il lettore, mostriamo ora alcuni esempi concreti d'applicazione della stessa, consideratelo un premio per essere arrivati a leggere fino a questo punto. Abbiamo anzitutto provato un'app di terzi disponibile sul terminale *Bloomberg* dal portale *Apps* oppure direttamente dal sito [74] chiamata *Quantdesk* e prodotta dall'azienda che si occupa di distribuire strumenti finanziari basati sull'A.I. *Lucena Research*. Quest'applicazione utilizza algoritmi di Machine learning per fare delle previsioni sui prezzi di un portafoglio di titoli ottimizzato seguendo la teoria di portafoglio di Markowitz. Abbiamo dapprima provveduto a crearne uno nostro: *Alvise portfolio*, dando dei parametri al software:

- propensione al rischi = moderate
- Long only (non ammesse posizioni short)
- percentuale dei pesi da assegnare a ciascun titolo variabile tra il 5 ed il 40 per cento.

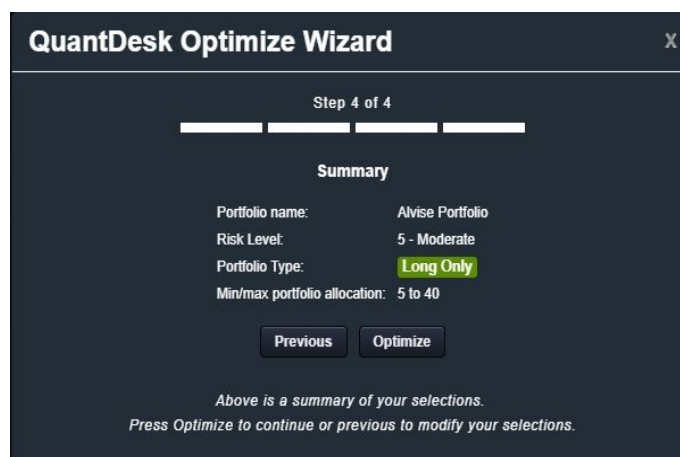


Figura 3.6: Quantdesk 1: Parametri del portafoglio da ottimizzare

Partendo da una situazione equally weighted, chiediamo al software di ottimizzare la nostra allocazione tra titoli in portafoglio e questo è l'output che ci restituisce. Vediamo anche il report conseguente alla nostra ottimizzazione. Il report ci fornisce il miglioramento della posizione del portafoglio sulla frontiera efficiente dopo l'ottimizzazione, vediamo anche che sono migliorati l'indice di Sharpe, diminuita la volatilità ed aumentato il rendimento giornaliero ed anche quello proiettato, il report mette anche a confronto le due curve prima e dopo l'ottimizzazione e la loro previsione che riporta 3 curve che descrivono su un certo orizzonte temporale dei prezzi probabili, Il prezzo di previsione oscillerà entro un range indicato da un'area colorata con una prob del 90 per cento.

| Before Optimization | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|--------|--------|----------|----------------|-------|-------|-------|-----------|
| Symbol ▼ | Company | Weight | Shares | Price | Value | Min % | Max % | %Δ | Optimize? |
| EADSY | Airbus SE | 20.0% | 5780 | \$34.60 | \$199,988.00 | 5 | 40 | 0.3% | Yes |
| FCAU | Fiat Chrysler Automobiles NV | 20.0% | 15220 | \$13.14 | \$199,990.80 | 5 | 40 | 0.3% | Yes |
| ILIAY | Iliad SA | 20.0% | 38759 | \$5.16 | \$199,996.44 | 5 | 40 | 0.0% | Yes |
| THLEF | Thales SA | 20.0% | 1686 | \$118.60 | \$199,959.60 | 5 | 40 | -0.1% | Yes |
| UNCFE | UniCredit SpA | 20.0% | 17543 | \$11.40 | \$199,990.20 | 5 | 40 | 0.2% | Yes |
| Cash | | 99.99% | | | \$74.96 | | | | |
| Total Value | | | | | \$1,000,000.00 | | | | |
| <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Results Transactions <input type="text" value="Search"/> </div> | | | | | | | | | |
| After Optimization | | | | | | | | | |
| Symbol ▼ | Company | Weight | Shares | Price | Value | | | | |
| EADSY | Airbus SE | 5.0% | 1445 | \$34.60 | \$49,997.00 | | | | |
| FCAU | Fiat Chrysler Automobiles NV | 30.2% | 22974 | \$13.14 | \$301,878.36 | | | | |
| ILIAY | Iliad SA | 19.8% | 38395 | \$5.16 | \$198,118.20 | | | | |
| THLEF | Thales SA | 40.0% | 3372 | \$118.60 | \$399,919.20 | | | | |
| UNCFE | UniCredit SpA | 5.0% | 4385 | \$11.40 | \$49,989.00 | | | | |
| Cash | | | | | \$98.24 | | | | |
| Total Value | | | | | \$1,000,000.00 | | | | |
| <input type="button" value="Save Optimized Result"/> <input type="button" value="Save As New Portfolio"/> | | | | | | | | | |

Figura 3.7: Quantdesk 2: Portafoglio con pesi ottimali

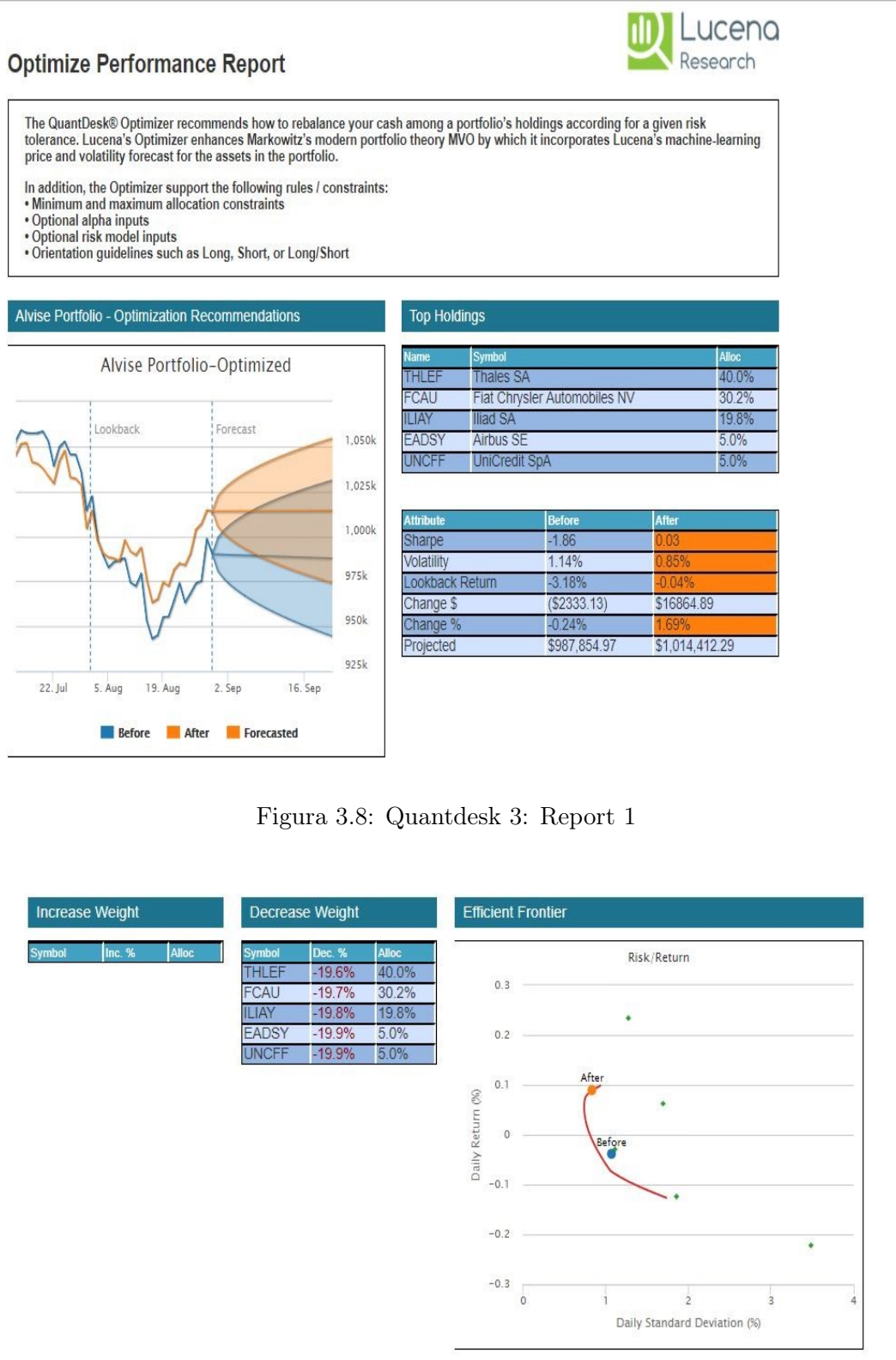


Figura 3.8: Quantdesk 3: Report 1

Increase Weight

| Symbol | Inc. % | Alloc |
|--------|--------|-------|
| THLEF | -19.6% | 40.0% |
| FCAU | -19.7% | 30.2% |
| ILIAY | -19.8% | 19.8% |
| EADSY | -19.9% | 5.0% |
| UNCFE | -19.9% | 5.0% |

Decrease Weight

| Symbol | Dec. % | Alloc |
|--------|--------|-------|
| THLEF | -19.6% | 40.0% |
| FCAU | -19.7% | 30.2% |
| ILIAY | -19.8% | 19.8% |
| EADSY | -19.9% | 5.0% |
| UNCFE | -19.9% | 5.0% |

Efficient Frontier



Disclaimer: This information has been prepared by Lucena Research Inc. and is intended for informational purposes only. This information should not be construed as investment, legal and/or tax advice.

Figura 3.9: Quantdesk 4: Report 2

Questi programmi basati sull'intelligenza artificiale hanno il difetto che per motivi di segretezza non permettono di vedere gli algoritmi con cui sono stati costruiti. Per questo abbiamo deciso di realizzare un piccolo progetto a scopo dimostrativo di quanto spiegato nel capitolo 2. Per fare questo progetto abbiamo utilizzato *Anaconda* un software piuttosto pesante che contiene molti ambienti di lavoro scientifici con librerie già installate, per lavorare sulla maggior parte di questi ambienti si utilizza il linguaggio di programmazione *Python*, per il nostro esempio abbiamo lavorato sull'ambiente *jupyter*. Abbiamo scaricato un dataset disponibile online a chiunque dal sito [65].

Informazioni sul Dataset: Questo dataset riporta informazioni sulle insolvenze, cioè i default, avvenute da aprile a settembre 2005 a Taiwan dei possessori di carta di credito, dati demografici, dati storici sui pagamenti e gli estratti conto delle carte di credito.

Tipologia di variabili: In questo dataset le variabili sono di tipo misto, ci sono variabili continue, variabili categoriche e variabili binarie.

Variabili contenute nel dataset:

1. $LIMIT_{(BAL)}$: Ammontare del credito concesso dalla banca in dollari Taiwanesi (NT) (variabile quantitativa continua)
2. SEX : Sesso dell'individuo detentore della carta di credito (1 =uomo, 2 =donna) (variabile categoriale)
3. $EDUCATION$: (1 =laurea specialistica, 2 =laurea triennale, 3 =liceo, 4 =altri, 5 = sconosciuto, 6 = sconosciuto) (variabile categoriale)
4. $MARRIAGE$: Marital status (1 =sposato, 2 =single, 3 =altri) (variabile categoriale)
5. AGE : Età in anni (variabile quantitativa continua)
6. PAY_0 : Stato delle restituzioni di denaro a settembre, 2005 (−1 =pagamento puntuale, 1 =pagamento in ritardo di un mese, 2 =pagamento in ritardo di due mesi, ... 8 = *pagamento in ritardo di ottomese*, 9 =pagamento in ritardo di nove mesi o +) (variabile categoriale)
7. PAY_2 : Stato delle restituzioni di denaro ad agosto, 2005 (stessa scala di sopra) (variabile categoriale)
8. PAY_3 : Stato delle restituzioni di denaro a luglio, 2005 (stessa scala di sopra) (variabile categoriale)
9. PAY_4 : Stato delle restituzioni di denaro a giugno, 2005 (stessa scala di sopra) (variabile categoriale)
10. PAY_5 : Stato delle restituzioni di denaro a maggio, 2005 (stessa scala di sopra) (variabile categoriale)

11. PAY_6 : Stato delle restituzioni di denaro ad aprile, 2005 (stessa scala di sopra) (variabile categoriale)
12. $BILL(AMT1)$: Saldo dell'estratto conto a settembre, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
13. $BILL(AMT2)$: Saldo dell'estratto conto ad agosto, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
14. $BILL(AMT3)$: Saldo dell'estratto conto a luglio, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
15. $BILL(AMT4)$: Saldo dell'estratto conto a giugno, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
16. $BILL(AMT5)$: Saldo dell'estratto conto a maggio, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
17. $BILL(AMT6)$: Saldo dell'estratto conto a in April, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
18. $PAY(AMT1)$: Ammontare dei precedenti pagamenti a settembre, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
19. $PAY(AMT2)$: Ammontare dei precedenti pagamenti ad agosto, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
20. $PAY(AMT3)$: Ammontare dei precedenti pagamenti a luglio, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
21. $PAY(AMT4)$: Ammontare dei precedenti pagamenti a giugno, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
22. $PAY(AMT5)$: Ammontare dei precedenti pagamenti a maggio, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)
23. $PAY(AMT6)$: Ammontare dei precedenti pagamenti a aprile, 2005 (dollari taiwanesi) (variabile quantitativa continua)

In aggiunta il dataset dispone di un ID d'identificazione per ogni dato e l'etichetta associata a queste variabili, ovvero se è stato solvente o meno nel mese successivo (variabile binaria 0 =default o 1 =solvente) chiamata **default.payment.next.month** e che viene usata dal programma di Machine learning per imparare a fare una previsione nel training set dopo aver imparato con la regressione logistica come associare le etichette ai dati.

Pre-processing dei dati: Prima d'importare il dataset su jupyter abbiamo dovuto fare delle modifiche ai dati, sebbene non abbiamo usato altre tecniche come normalizzare i dati o altro. Abbiamo invece modificato le variabili *MARRIAGE* e *SEX* che essendo indicate da un numero crescente potrebbero esser mal interpretate dal programma, infatti è solo un ordine fittizio. Quindi abbiamo sostituito i valori 1 e 2 che contraddistinguono il *SEX* con vettori 01 e 10 ed i valori 1, 2 e 3 che contraddistinguono lo status *MARRIAGE* con tre vettori 100,010 e 001, questa procedura si può fare da excel o anche da jupyter conoscendo un po' di codice di programmazione.

The screenshot shows a Jupyter Notebook with the following code and output:

```
In [1]: import warnings
warnings.filterwarnings("ignore")
import os
import pandas as pd
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.neighbors import KNeighborsClassifier
from sklearn.model_selection import GridSearchCV
from sklearn.preprocessing import OneHotEncoder
from sklearn.model_selection import train_test_split
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
import numpy as np
from sklearn.metrics import confusion_matrix

from funzioni import create_dataset, compute_acc
```

```
In [2]: df=pd.read_csv('C:\\Users\\Alvise\\Desktop\\UCI_Credit_Card.csv', index_col = 'ID')
```

```
In [3]: df.head()
```

```
Out[3]:
```

| | LIMIT_BAL | SEX | EDUCATION | MARRIAGE | AGE | PAY_0 | PAY_2 | PAY_3 | PAY_4 | PAY_5 | ... | BILL_AMT4 | BILL_AMT5 | BILL_AMT6 | PAY_AMT1 | PAY_AI |
|----|-----------|-----|-----------|----------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----------|-----------|-----------|----------|--------|
| ID | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 20000.0 | 2 | 2 | 1 | 24 | 2 | 2 | -1 | -1 | -2 | ... | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 6 |
| 2 | 120000.0 | 2 | 2 | 2 | 26 | -1 | 2 | 0 | 0 | 0 | ... | 3272.0 | 3455.0 | 3261.0 | 0.0 | 10 |
| 3 | 90000.0 | 2 | 2 | 2 | 34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 14331.0 | 14948.0 | 15549.0 | 1518.0 | 15 |
| 4 | 50000.0 | 2 | 2 | 1 | 37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | ... | 28314.0 | 28959.0 | 29547.0 | 2000.0 | 20 |
| 5 | 50000.0 | 1 | 2 | 1 | 57 | -1 | 0 | -1 | 0 | 0 | ... | 20940.0 | 19146.0 | 19131.0 | 2000.0 | 366 |

5 rows x 24 columns

Figura 3.10: Jupyter 1: Import ed head

```
In [4]: df['default.payment.next.month'].sum()

Out[4]: 6636

In [5]: dati=create_dataset(df)

In [6]: X, y = dati[:, :26], dati[:, 26]

In [7]: correlation_matrix = np.corrcoef(np.transpose(X))
f, ax = plt.subplots(figsize=(16, 16))
sns.heatmap(correlation_matrix, annot=True, fmt="0.01f", linewidths=.5, ax=ax)

Out[7]: <matplotlib.axes._subplots.AxesSubplot at 0x1fb8afe5d68>
```

Figura 3.11: Jupyter 2: Sbilanciamento e creazione dataset

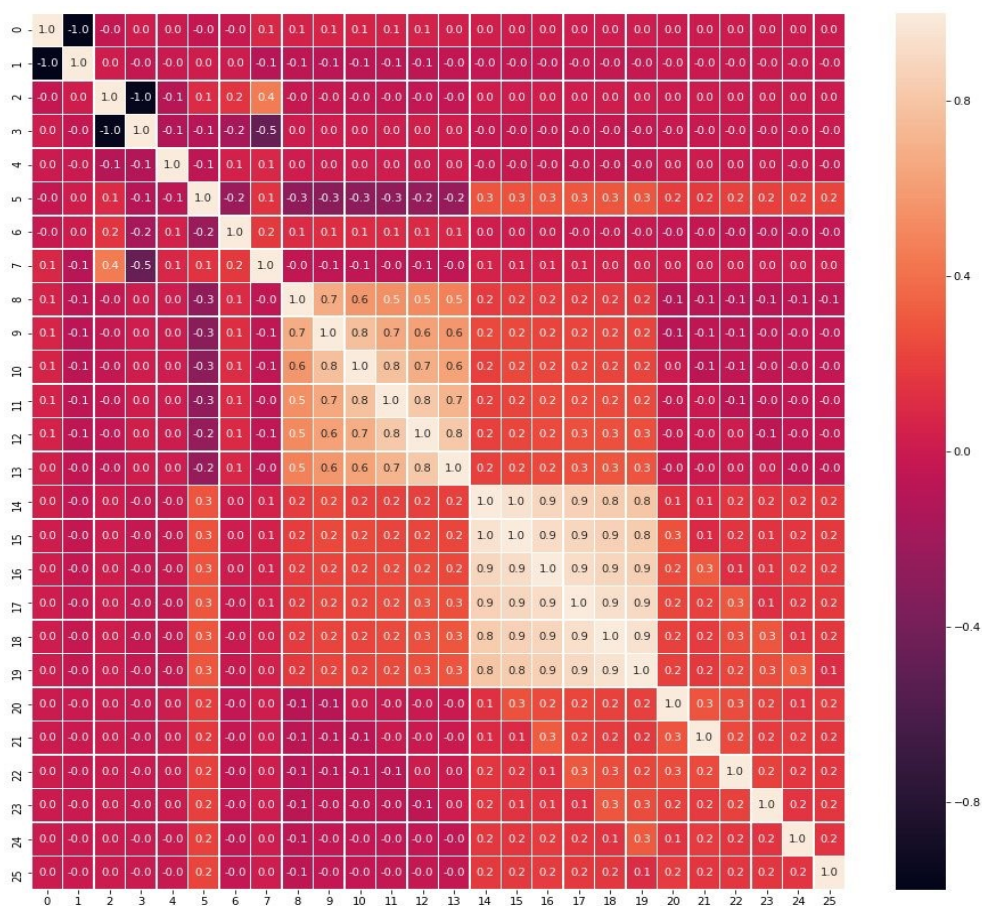


Figura 3.12: Matrice correlazione Jupyter

Verificando semplicemente la somma delle etichette dei dati vediamo che sono un po' sbilanciati, infatti su 30.000 dati solo 6636 hanno un'etichetta 1 ed i restanti 23.367 un'etichetta 0, ci sarebbero delle tecniche per correggere l'apprendimento da un dataset sbilanciato, ma siccome questo progetto ha uno scopo esemplificativo delle tecniche spiegate nel capitolo 2 e non ha nessuna ambizione di avere finalità pratiche, ci limitiamo a tenere il dataset così com'è. Generiamo le matrici con gli input che sono le X ovvero le caratteristiche dell'oggetto e le loro etichette associate y. Abbiamo deciso in maniera facoltativa di mostrare anche la matrice di correlazione tra le caratteristiche del dataset. Potremmo anche mostrare i parametri che il modello stima con l'algoritmo di massima verosimiglianza per ogni variabile ma per valutare la capacità previsionale del nostro modello essi non sono interessanti, ergo abbiam deciso di ometterli.

```
In [8]: X_train, X_test, y_train, y_test = train_test_split(X, y, train_size=0.833, random_state=7)

In [9]: logreg = GridSearchCV(estimator=LogisticRegression(),
                             param_grid={'penalty': ['l1', 'l2'],
                                           'C': [0.5, 1, 1.5],
                                           'tol': [0.00001, 0.000001],
                                           'max_iter': [100, 5000]},
                             scoring='accuracy',
                             cv=10)

In [10]: logreg.fit(X_train, y_train)

Out[10]: GridSearchCV(cv=10, error_score='raise-deprecating',
                      estimator=LogisticRegression(C=1.0, class_weight=None, dual=False,
                                                    fit_intercept=True,
                                                    intercept_scaling=1, l1_ratio=None,
                                                    max_iter=100, multi_class='warn',
                                                    n_jobs=None, penalty='l2',
                                                    random_state=None, solver='warn',
                                                    tol=0.0001, verbose=0,
                                                    warm_start=False),
                      iid='warn', n_jobs=None,
                      param_grid={'C': [0.5, 1, 1.5], 'max_iter': [100, 5000],
                                   'penalty': ['l1', 'l2'], 'tol': [1e-05, 1e-06]},
                      pre_dispatch='2*n_jobs', refit=True, return_train_score=False,
                      scoring='accuracy', verbose=0)

In [11]: logreg.best_params_

Out[11]: {'C': 0.5, 'max_iter': 5000, 'penalty': 'l2', 'tol': 1e-06}
```

Figura 3.13: Jupyter 3: Funzione GridsSearchCV e migliori Hyperparametri

Anzitutto abbiam diviso il dataset in 2 parti una di training e una di test set, dove la parte di training è considerevolmente più grande, nel nostro esempio abbiam scelto una dimensione dell'83 per cento del dataset per il training , il random state invece è un numero che serve semplicemente per rendere l'esperimento riproducibile da un terzo. Poi diciamo al programma che vogliamo fare una regressione logistica, inoltre utilizziamo

una funzione particolare che si chiama *GridSearchCV* che permette di fare una K-Fold cross validation del dataset (in questo caso abbiamo scelto $k=10$), essa inoltre contiene una griglia di *hyperparametri* e trova i migliori tra quelli impostati manualmente che rendono l'algoritmo "tuned" cioè ottimizzato, questi hyperparametri sono dei valori esterni scelti a piacere, la funzione computazionalmente è molto dispendiosa perchè testa un modello con ogni combinazione di hyperparametri e valuta qual è il migliore tra questi. In altre funzioni simili come *RandomSearch* il software li cerca in maniera casuale partendo da una distribuzione statistica di riferimento per ogni hyperparametro. Gli hyperparametri inseriti sono: *max iter* cioè il numero max d'iterazioni concesse per ottimizzare l'algoritmo, *tol* cioè la precisione con cui deve risolvere il problema, *C* e *Penalty* servono per superare il problema che stimando i parametri, anche detti *W* (Weights) cioè pesi del modello logistico, se tutti i pesi *W* risolvono, cioè classificano correttamente (cioè funzione di perdita= 0) il nostro problema anche un qualsiasi multiplo LW con $L > 0$ lo farà, quindi serve dare un criterio di preferenza su un certo set di pesi *W* piuttosto che un altro. S'introducono a tal fine delle Regularization penalties che sono vincoli alla grandezza di *L*.

$C = \frac{1}{\lambda}$ dove λ è un coefficiente che moltiplica il termine di regolarizzazione all'interno della funzione di costo (o obiettivo) dove i termini di regolarizzazione sono dei vincoli ulteriori che i pesi *W* devono rispettare $L2$ =sommatore dei quadrati dei pesi $L1$ = Sommatore del valore assoluto dei pesi. Con la funzione *fit* il programma impara la relazione tra i dati e le etichette associate utilizzando la regressione logistica, inoltre ci ha calcolato gli hyperparametri migliori della funzione *GridSearchCV*. Poi dopo aver imparato dal training set fa una previsione sullo stesso e va a vedere quante ne fa di giuste e quante di sbagliate. La scelta di hyperparametri che ci propone è quella che dà il valore più alto di accuratezza sulle previsioni. In tutto ciò il test set non è ancora stato chiamato in causa.[75][63][7]

```
In [12]: ▶ conf_mat = confusion_matrix(y_train, logreg.predict(X_train))
          print(pd.DataFrame(conf_mat))

           0    1
0  18844   586
1   4120  1440

In [14]: ▶ print((18844+1440)/y_train.shape[0])

0.8116846738695478

In [17]: ▶ print('Sensitivity: {}'.format(18844/(18844+4120)))
          print('Specificity: {}'.format(1440/(586+1440)))

Sensitivity: 0.8205887476049468
Specificity: 0.7107601184600197

In [15]: ▶ conf_mat = confusion_matrix(y_test, logreg.predict(X_test))
          print(pd.DataFrame(conf_mat))

           0    1
0   3805  129
1    814  262

In [16]: ▶ print((3805+262)/y_test.shape[0])

0.8117764471057884

In [18]: ▶ print('Sensitivity: {}'.format(3805/(3805+814)))
          print('Specificity: {}'.format(262/(129+262)))

Sensitivity: 0.8237713790863823
Specificity: 0.670076726342711
```

Figura 3.14: Jupyter 4: Output finale

Per valutare le performance del modello di Machine learning si utilizzano delle metriche di valutazione, ne esistono molte ma per un problema di classificazione binaria quella più adeguata è la matrice di confusione, una matrice quadrata 2×2 che riporta sulla diagonale principale le previsioni corrette di 0 ed 1 ed al di fuori le previsioni errate. Dalla matrice di confusione si ricavano altre metriche che vanno confrontate tra training e test set come l'*accuratezza* o *accuracy* cioè le previsioni corrette sul totale delle previsioni (corrette + errate), la *sensitivity* cioè il numero di 0 predetti correttamente diviso il numero totale di 0 predetti e la *specificity* cioè il numero di 1 predetti correttamente diviso il numero totale di 1 predetti. Dal fatto che le metriche su training set e test set sono simili capiamo che non c'è overfitting, cioè il nostro modello ha una capacità simile di previsione anche su un nuovo dataset e vediamo che la specificity è più bassa come ci aspettavamo perchè il dataset era sbilanciato in favore degli 0.

Da questo esempio abbiamo capito che:

- Bisogna fare attenzione all'accuratezza di previsioni elevate su dataset sbilanciati.
- Un algoritmo per funzionare al meglio dev'essere "tuned" cioè ottimizzato trovando gli hyperparametri migliori, infatti hyperparametri sbagliati rischiano di rendere l'algoritmo scarsamente efficiente, mentre hyperparametri che aumentano la precisione del modello creato come ad es. il numero max d'iterazioni rischiano di aumentare troppo la potenza di calcolo necessaria per risolvere il problema.
- Bisogna controllare il numero di variabili (caratteristiche del dataset) per assicurarsi che esse siano essenziali per migliorare la capacità di previsione del software, infatti troppe variabili inutili creano noise ed aumentano esponenzialmente lo sforzo computazionale necessario per risolvere il problema.
- Bisogna confrontare le metriche di valutazione su training set e test set per avere un'idea corretta di quanto è buono il modello di previsione e se c'è o meno overfitting.
- Per risolvere problemi semplici come questo e con tutto sommato non un eccessivo numero di dati e caratteristiche ci vogliono delle ore, per progetti più seri lo sforzo computazionale è quindi rilevante e va fatto di tutto per semplificarlo al massimo

Conclusioni

In questo elaborato si è scelto un approccio multidisciplinare che è stato ritenuto il più appropriato per contestualizzare l'analisi rigorosa di alcune delle più dirompenti tecnologie come il Machine learning e la Blockchain all'interno del profondo cambiamento che sta coinvolgendo il settore finanziario per l'implementazione delle stesse e di altre nei nuovi servizi FinTech. Così da un'analisi competitiva e di mercato ed un focus iniziale sull'impatto sul settore di queste si passa ad un'analisi che attinge da nozioni di tipo matematico e statistico e si conclude discutendo caso per caso gli aspetti giuridici collegati ai temi trattati. Da questo lavoro è emerso che per quanto riguarda i nuovi attori che sono entrati dall'esterno nel settore finanziario e cioè le FinTech e le Big Tech, mentre le prime sono più una potenziale risorsa che una minaccia, le seconde sono quelle che destano le maggiori preoccupazioni e sembrerebbero avere il potenziale per relegare in una posizione svantaggiata gli intermediari tradizionali.

Nel primo capitolo si è guardato con uno sguardo generale ai nuovi servizi FinTech e si è tentato di dare una classificazione degli stessi, sebbene non esista una classificazione universale e ci si è soffermati su come questi abbiano sostituito i servizi finanziari tradizionali. Le tecnologie analizzate successivamente sono alla base di molti di questi servizi. Si è capito che il destino degli intermediari tradizionali dipenderà dalla qualità della collaborazione che sapranno attuare con le FinTech, da come reimpiegheranno il know-how estratto, da quanto investiranno in quelle che abbiamo individuato come tecnologie drivers per guidare l'innovazione e da quanto coglieranno le nuove possibilità offerte dalle stesse. Infatti l'innovazione tecnologica ha sempre due aspetti: da una parte minaccia di distruggere le quote di mercato guadagnate con i servizi finanziari tradizionali e di rendere obsoleto il know-how, dall'altra crea nuovi mercati da presidiare (come ad esempio il Mobile Banking o il robo-advisory o altri servizi online che hanno avvicinato più che mai i giovani alla finanza) ed aiuta a svecchiare un settore maturo. La maggior sfida consiste nell'accaparrarsi per primi questi nuovi mercati ed è innegabile che gli intermediari tradizionali appaiano indietro al momento, ma le contromisure che hanno intrapreso sembrano adeguate (alleanze con le FinTech ed assorbimento graduale del loro know-how), per cui il giudizio rimane positivo sulla possibilità degli stessi di non estinguersi in futuro. La pressione costante ad innovare ha infatti effetti nefasti nel breve ma può avere effetti positivi nel lungo periodo per tutti gli attori interessati. I cambiamenti introdotti dalla PSD2 han contribuito a creare un

modello che ha preso il nome di Open Banking che riflette l'esigenza nata fuori dal settore finanziario di "Banks as a platform" e "Banks as a service". I motivi dell'apertura del settore finanziario ad attori esterni da parte del legislatore europeo possono essere valutati come un tentativo di stimolare la competizione in un settore maturo e con altrimenti alte barriere all'ingresso. Il modello di Open Banking pone una più forte pressione competitiva sugli intermediari tradizionali da un lato, ma dall'altro può aiutarli ad orientare gli investimenti nei settori dove sono indietro rispetto ai competitors come ad esempio l'impiego su larga scala dell'intelligenza artificiale. Si è concluso che la domanda più interessante non è come cambieranno gli intermediari tradizionali, ma come faranno ad ottenere dei guadagni dal momento che l'intermediazione sta venendo a mancare (e l'eventuale adozione in massa della Blockchain è prevista peggiorare molto ciò). Poco importa se questi saranno praticamente ridotti a gestori di apps su Mobile devices (come sta già avvenendo col Mobile Banking). Per continuare ad operare con profitto essi devono concentrarsi maggiormente sulle relazioni con la clientela per ridurre il suo potere di sostituzione e far leva sull'idea che hanno costruito nel tempo di maggiore affidabilità e sicurezza per sopperire ai loro servizi finanziari scarsamente innovativi rispetto a quelli dei competitors.

Non è un caso che parlando di tecnologie e del loro impatto nell'ambito finanziario si sia parlato, doverosamente, di Mobile Banking e di criptovalute che stanno focalizzando tutte le attenzioni del momento, questo tipo di servizi e strumenti finanziari infatti sono lo specchio di una tendenza sempre più accentuata ad un settore finanziario "cash-less" e questo trend è previsto in crescita. Per quanto riguarda le criptovalute si parla di tokenizzazione della moneta, dove token è il termine che indica un gettone virtuale, ma anche il settore finanziario stesso sembra essere ben avviato ad un processo totale per così dire di tokenizzazione, non più semplicemente in supporto alle attività tradizionali come è stato finora.

La nostra analisi sul Machine learning ci ha permesso di vedere anche il rapporto attuale tra settore finanziario e dati che abbiamo indicato col nome Big Data finance. In particolare abbiamo visto che un numero molto vasto di fonti d'informazione, favorito anche dalle normative di settore che obbligano gli intermediari a raccogliere dati sulla clientela, genera sì un grande potenziale da cui attingere, ma anche un problema di "noise" cioè rumore di fondo che rischia di rendere complessa l'estrazione d'informazioni utili. Molto interessante è stato anche vedere un dettaglio sui subsettori della finanza in cui questa tecnologia può trovare applicazioni come ad es. il Trading algoritmico, il Credit scoring, il Risk management, la Consulenza finanziaria, il Customer management ed altri ancora. Si sono studiate anche le minacce e potenzialità delle fonti alternative di dati, prime fra tutti quelle provenienti dai satelliti che visti gli alti costi d'accesso rischiano di diventare appannaggio dei signori della finanza creando un'asimmetria informativa. Nel far ciò abbiamo analizzato anche le contromisure a livello legislativo sull'utilizzo massiccio di dati da parte degli intermediari finanziari ai fini d'analisi. Abbiamo parlato quindi della

normativa UE GDPR che disciplina i vincoli da rispettare e le protezioni da mettere in atto nel trattamento degli stessi definendo le nozioni di dati personali e dati sensibili e quindi degni di tutela e permettendo la portabilità degli stessi, favorendo come già la PSD2 la competizione tra i diversi attori, ma al contempo tutelando maggiormente la clientela.

Lo studio delle teorie utilizzate per processare i dati ci ha permesso di capire concretamente a cosa ci stessimo riferendo. Abbiamo visto in dettaglio la nozione di algoritmo e come un dataset debba esser pre-processato prima di diventare oggetto di learning. Sono stati trattati alcuni metodi statistici ed algoritmi alla base del Machine learning, in particolare sottolineando la differenza tra la statistica e quest'ultimo. Si son visti anche alcuni criteri e procedure per la corretta selezione di un modello come la K-fold cross validation. Abbiamo anche studiato un problema di Machine learning di classificazione binaria che abbiamo illustrato con un piccolo progetto in appendice per prevedere lo status di default/solvenza dei possessori di carta di credito. Ciò ci ha permesso di avere un feedback diretto delle complicazioni che possono insorgere nel passaggio dalla teoria alla pratica come ad es. la difficoltà computazionale ed i lunghi tempi di calcolo, il problema di ottimizzare con hyperparametri adeguati l'algoritmo che si sta utilizzando, il rischio di overfitting e quindi di risultati fittizi sull'accuratezza delle previsioni ed infine i problemi che possono insorgere dal lavorare su dataset sbilanciati.

Nel terzo ed ultimo capitolo dalla nostra analisi della tecnologia Blockchain, ciò che è emerso è che le banche hanno un conflitto d'interesse che le sta spingendo a tentare il tutto per tutto per disincentivare una sua vasta adozione. Quando eventualmente sarà adottata su vasta scala, tuttavia non dovrebbe eliminare del tutto il sistema attuale centralizzato, ma obbligare semplicemente ad implementarla nei propri servizi. Studiando un popolare indice di criptovalute: il CIX100, basato sull'intelligenza artificiale abbiamo fornito un esempio tangibile di come le tecnologie che stanno guidando il cambiamento siano interdipendenti ed interconnesse tra loro. Infine abbiamo affrontato l'aspetto inerente ai rischi di riciclaggio tramite le criptovalute ed analizzato in dettaglio le loro caratteristiche che ne incentivano o disincentivano l'uso a tal fine e vedendo anche come sono evolute le normative antiriciclaggio in risposta a ciò. Da questo elaborato abbiamo capito una lezione importante che è stata anche il motivo del nostro approccio multidisciplinare: l'impatto dell'innovazione tecnologica dev'essere necessariamente guardato sotto molti aspetti, non solo tecnici ma anche ad es. normativi, prima che una tecnologia diventi uno standard in finanza è importante infatti che sia regolamentata a dovere dal legislatore per una questione di fiducia che è alla base della finanza stessa.

Bibliografia

- 1 **ABI**, *Indagine conoscitiva sulle tematiche relative all’impatto della tecnologia finanziaria sul settore finanziario, creditizio e assicurativo*, Camera dei deputati, Commissione Finanze, Roma, Dicembre 2017
- 2 **Accenture Inc**, *CAPITAL MARKETS TECHNOLOGY 2022: Five Technology Design Principles for Digital Capital Markets*, pp. 1-10, 2018
- 3 **Accini P. G.**, *Profili di rilevanza penale delle “criptovalute” (nella riforma della disciplina antiriciclaggio del 2017)*, Archivio penale, n.1, 2018
- 4 **Azzalini A., Scarpa B.**, *DATA ANALYSIS and DATA MINING: An introduction*, pp. 15-40, 49-59, 78-79, 106-107, 212-216, Oxford University Press, 2012
- 5 **Barghini T.**, *REINING IN BIG TECH*, Global Finance Magazine, pp. 13-18, Febbraio 2018
- 6 **Boucher P.**, *Come la tecnologia blockchain può cambiarci la vita*, Servizio ricerca del parlamento europeo, Unità Prospettiva scientifica, Febbraio 2017
- 7 **Bowles M.**, *Machine learning in Python, Essential techniques for predictive analysis*, Wiley, 2015
- 8 **Brenig C., Accorsi R., Muller G.**, *Economic Analysis of Cryptocurrency Backed Money Laundering*, C.Brenig, R. Accorsi, G.Muller, 2015
- 9 **Capgemini, LinkedIn**, pp. 34-40, World FinTech Report, 2018
- 10 **Colombari E., Tedeschi R.**, *Fintech e Digital Banking: Regolamentazione e apertura volontaria: breve guida all’open banking in Italia e all’estero*, Prometeia, 2018
- 11 **Considine S.**, *Europe’s Fintech revolution*, Goldman Sachs, Marzo 2019
- 12 **De Tullio J.**, *La matematica dei minatori della blockchain*, MATEpristem, Centro PRISTEM, Università Commerciale L. Bocconi, Luglio 2018
- 13 **Deloitte**, *Open Banking e API economy: la banca del futuro*, 2019
- 14 **European Commission**, *Digital Transformation Monitor: Big Data in Earth Observation*, Luglio 2017

- 15 **Fanusie Yaya J., Robinson T.**, *Bitcoin Laundering: an analysis of illicit flows into digital currency services*, Yaya J. Fanusie and Tom Robinson, 2018
- 16 **FDATA North America**, *Opportunities in Open Banking*, pp.11-16, 2019
- 17 **Fraile Carmona A. , González-Quel Lombardo A. , Rivera Pastor R., Tarín Quiròs C., Villar Garcìa J.P., Ramos Muñoz D., Castejòn Martìn L. ,** *Competition issues in the Area of Financial Technology (FinTech)*, Policy Department for Economic, Scientific and Quality of Life Policies, pp. 20-22, 49-60, pp.119-126, Luglio 2018
- 18 **Financial Stability Board (FSB)**, *Artificial intelligence and machine learning in financial services Market developments and financial stability implications*, Novembre 2017
- 19 **Ganne E.**, *Can Blockchain revolutionize international trade?*, pp. 3-16, World Trade Organization, 2018
- 20 **Hurwitz J., Kirsch D.**, *Machine learning for dummies*, pp. 3-56, IBM Limited Edition, Wiley, 2018
- 21 **Jesse McWaters R.**, *The Future of Financial Services: How disruptive innovations are reshaping the way financial services are structured, provisioned and consumed*, World Economic forum, pp.28-43, Giugno 2015
- 22 **Kantardzic M.**, *DATA MINING: Concepts, Models, Methods, and Algorithms*, pp. 19-32, 117-119, Wiley, 2003
- 23 **KPMG**, *The perfect storm of technology and capital markets: the modern history of fintech*, pp.1-4, extract from *frontier in finance*, 2015
- 24 **Kurt F., Centers D. P.**, *Blockchain and Its Coming Impact on Financial Services*, *The Journal of Corporate Accounting & Finance Editorial Review*, Wiley, 2016
- 25 **Lambert K.A.**, *Programmazione in Python*, prima edizione, APOGEO education, 2012
- 26 **Levine D.M., Krehbiel T.C., Berenson M.L., Rogozini G. (a cura di)**, *Statistica*, pp. 136-165, 438-475 Quinta edizione, Pearson, 2011
- 27 **Manav G.**, *Blockchain*, IBM Limited Edition, Wiley, 2017
- 28 **Mellow C.**, *TAX IMPACTS: For Better Or Worse?*, pp. 30-32, 42-45, 56-57, *Global Finance Magazine*, Marzo 2018
- 29 **Molnar C.** *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*, Cap. 1, 4, *Open Ebook: Creative Commons License*, Settembre 2019

- 30 **Morel P., Teschner C., Paoli P., Vialaron F., Bertali V., Mikroulis K., Lavrov B.**, *FinTech in Capital Markets 2018: Boosting Productivity Through Technology Innovation*, Boston Consulting Group, Marzo 2018
- 31 **Murphy K. P.**, *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*, pp. 1-11, 16-25, 217-220, 245-246, 875-876, 995, 999, Massachusetts Institute of Technology, 2012
- 32 **Nakamoto S.**, *Bitcoin: un sistema di moneta elettronica peer-to-peer*, 2008
- 33 **Nasdaq Inc**, *FinTech Trends 2018: How Technology is Rewriting the Capital Markets Seven advanced technologies will converge to improve performance*, pp. 1-6, 2018
- 34 **OECD**, *Financial Markets, Insurance and Private Pensions: Digitalisation and Finance*, pp. 8-30, 81-106, 2018
- 35 **Panebianco M.**, *Il possibile impatto in economia e finanza dei GAFAs*, PwC, Giugno 2018
- 36 **PwC**, *Technology and Innovation in Europe's Capital Markets: Current trends in technology and innovation and their impact on the 'Investment Bank of the Future'*, pp. 6-18, Settembre 2018
- 37 **Rainer A., Smits M., Beck R.**, *FinTech and the transformation of the financial industry*, Articolo in *Electronic Markets*, Agosto 2018
- 38 **SAS Inc, MIT SMR Connections**, *Data, Analytics, & AI: How Trust Delivers Value*, pp. 1-23, Gennaio 2019
- 39 **Schena C., Tanda A., Potenza G., D'agostino G. e Munafò P. (a cura di)** *Lo sviluppo del FinTech Opportunità e rischi per l'industria finanziaria nell'era digitale*, pp. 71-80, 84-99, Quaderni FinTech, CONSOB, Marzo 2018
- 40 **Sinbaldi A.**, *Criptovalute cosa sono e come usarle al meglio*, CERT PA, 2018
- 41 **Smola A., Viswanathan S.V.N.**, *Introduction to Machine learning*, pp. 3-36, 149-150, 194-197, Cambridge University Press, 2008
- 42 **SpaceKnow Inc**, *China Satellite Manufacturing Index*, 2018
- 43 **Tapscott A., Tapscott D.**, *How Blockchain Is Changing Finance*, Harvard Business Review, 2017
- 44 **Vigliotti M.G., Lo Presti G.** *Blockchain per principianti*, White Paper, Diacron USA LLC, 2018
- 45 **Wolpert David H., Macready William G.**, *No Free Lunch Theorems for Optimization*, *IEEE Transactions on Evolutionary Computation* archive. Volume 1, N. 1, Aprile 1997

RIFERIMENTI NORMATIVI:

- 46 *Direttiva n.2014/65/UE, MiFID II (Markets in Financial Instruments Directive II)*
- 47 *Direttiva n.2015/236/UE, PSD2 (Payment Service Directive on Payment Services 2)*
- 48 *Direttiva n.2015/849/UE, Quarta Direttiva Antiriciclaggio*
- 49 *Direttiva n.2018/843/UE, Quinta Direttiva Antiriciclaggio*
- 50 *Regolamento n.2016/679/UE, Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR)*
- 51 *Risoluzione Ministeriale Ade n.2016/72, Trattamento fiscale applicabile alle società che svolgono servizi relativi a monete virtuali*

FONTI ONLINE:

- 52 *Adonopoulos G., N26: cos'è e come funziona la banca mobile, (<https://www.money.it/N26-carta-conto-come-funziona-costi-banca-mobile>), 2019*
- 53 *Bellini M., Blockchain: cos'è, come funziona e gli ambiti applicativi in Italia, (<https://www.blockchain4innovation.it/esperti/blockchain-perche-e-cosi-importante/>), 2019*
- 54 *Bellini M., Smart Contracts: che cosa sono, come funzionano quali sono gli ambiti applicativi, (<https://www.blockchain4innovation.it/mercati/legal/smart-contract/blockchain-smart-contracts-cosa-funzionano-quali-gli-ambiti-applicativi/>), 2018*
- 55 *Brownlee J., A Gentle Introduction to k-fold Cross-Validation, (<https://machinelearningmastery.com/k-fold-cross-validation/>), 2018*
- 56 *Brownlee J., Logistic Regression for Machine Learning, (<https://machinelearningmastery.com/logistic-regression-for-machine-learning/>), 2019*
- 57 *Chakray, APIS IN THE BANKING SECTOR: WHAT ARE THEY AND WHAT USE THEY HAVE?, (<https://www.chakray.com/apis-in-the-banking-sector-what-are-they-and-what-use-they-have/>), 2019*
- 58 *Costante M., N26, cos'è e come funziona il conto nato su smartphone, (<https://www.tomshw.it/altro/n26-recensione-carta-credito-conto/>), 2019*
- 59 *CryptoIndex, CryptoIndex Methodology, (<https://cix100.com/Methodology>), 2019*

- 60 **Fastweb**, *Sicurezza GPS, i pericoli per il mondo della finanza*, (<https://www.fastweb.it/web-e-digital/sicurezza-gps-finanza/>), 2018
- 61 **Ghidotti C.**, *Circle Pay come funziona*, (<https://www.webnews.it/2018/04/27/circle-pay-come-funziona/>), 2018
- 62 **Gullo G.**, *La tua prima classificazione* (<https://medium.com/professionai/la-tua-prima-classificazione-edec2b8b5a01>), 2018
- 63 **Hongri J.**, *Credit Scoring with Machine Learning*, (<https://medium.com/henry-jia/how-to-score-your-credit-1c08dd73e2ed>), 2018
- 64 **ICT&Strategy S.r.l.**, *Mobile Payment, dalle diverse tipologie di servizio allo sviluppo di nuovi ambiti applicativi*, (<https://www.pagamentidigitali.it/mobile-app/mobile-payment-le-diverse-tipologie-di-servizio/>), 2018
- 65 **Kaggle Inc**, *Default of Credit Card Clients Dataset*, (<https://www.kaggle.com/uciml/default-of-credit-card-clients-dataset>), 2016
- 66 **Kolemann L.**, *How Satellite Imagery is Revolutionizing the Way we Invest*, (<https://medium.com/@kolemannlutz/how-satellite-imagery-is-revolutionizing-the-way-we-invest-da44bfb95d89>), 2018
- 67 **Liberatore L.**, *Big Tech nel settore bancario: timori per stabilità finanziaria*, (<https://www.wallstreetitalia.com/big-tech-nel-settore-bancario-timori-per-stabilita-finanziaria/>), Wall Street Italia, 2018
- 68 **Lussana A.**, *George Soros a Davos: i big dell'hi-tech hanno i giorni contati*, (<https://mondointernazionale.com/george-soros-a-davos-i-big-dellhi-tech-hanno-i-giorni-contati>), 2019
- 69 **Marro E.**, *Così i satelliti spia degli hedge funds decidono come investire in Borsa*, (<https://www.ilsole24ore.com/art/cosi-satelliti-spia-hedge-funds-decidono-come-investire-borsa-AEu1HCHD>), il Sole 24 ore, 2017
- 70 **Marro E.**, *Profitti stellari: in Borsa con le foto dal satellite guadagni fino al 5 per cento in più* (<https://www.ilsole24ore.com/art/profitti-stellari-borsa-le-foto-satellite-guadagni-fino-5per cento-piu-ACLYu5B>), il Sole 24 ore, 2019
- 71 **Murdock J.**, *HOW SATELLITE SURVEILLANCE IS HELPING TO PREDICT STOCK PRICES*, (<https://www.newsweek.com/how-satellite-surveillance-helping-predict-stock-prices-skynet-562973>), 2017
- 72 **Osservatorio del Politecnico di Milano**, *MOBILE PAYMENT IN ITALIA: CONTINUA LA CRESCITA DEI PAGAMENTI INNOVATIVI*, (<https://www.osservatori.net/itit/osservatori/comunicati-stampa/mobile-payment-in-italia-crescita-pagamenti-innovativi>), 2019

- 73 **Peppucci M.**, *Professionisti e Mobile Banking: cos'è, gli obblighi, i rischi, gli accorgimenti*, (<https://www.ingenio-web.it/23869-professionisti-e-mobile-banking-cose-gli-obblighi-i-rischi-gli-accorgimenti/>), 2019
- 74 **QuantDesk**, *QuantDesk Optimizer*, (<https://quantdesk.lucenaresearch.com/>), 2019
- 75 **Sayak P.**, *Hyperparameter Optimization in Machine Learning Models*, (<https://www.datacamp.com/community/tutorials/parameter-optimization-machine-learning-models>), 2018
- 76 **Shitut N.**, *Most Popular Regression Algorithms In Machine Learning*, (<https://analyticstraining.com/popular-regression-algorithms-ml/>), 2018
- 77 **Square Inc.**, *What Are Mobile Payments? And How to Use Them*, (<https://squareup.com/guides/mobile-payments>), 2019
- 78 **Statistics Solutions**, *Nonlinear Regression*, (<https://www.statisticssolutions.com/regression-analysis-nonlinear-regression/>), 2019
- 79 **Taboga M.**, *Generalized Least Squares*, (<https://www.statlect.com/fundamentals-of-statistics/generalized-least-squares>), 2018
- 80 **Tessa M.**, *Social lending, la nuova frontiera dei prestiti: interessi del 5 per cento*, (<https://www.wallstreetitalia.com/la-nuova-frontiera-dei-prestiti-il-social-lending-p2p/>), Wall Street Italia, 2019
- 81 **World Economic Forum**, *Big Tech, Not Fintech, Causing Greatest Disruption to Banking and Insurance*, (<https://www.weforum.org/press/2017/08/big-tech-not-fintech-causing-greatest-disruption-to-banking-and-insurance/>), 2017