



Università
Ca' Foscari
Venezia

Corso di Laurea
magistrale
in Economia e Finanza

Tesi di Laurea

Robo-Advisory: proposta ed applicazione all'asset allocation in ambiente Pareto-stabile

Relatore

Ch. Prof. Marco Corazza

Laureando

Matteo De Pieri

Matricola 989916

Anno Accademico

2019/ 2020

Indice

Introduzione.....	1
Capitolo 1 La consulenza finanziaria, un paradigma in continuo cambiamento.....	4
1.1 Evoluzione e sviluppo della consulenza finanziaria.....	4
<i>1.1.1 La consulenza finanziaria nel contesto normativo italiano.....</i>	<i>6</i>
<i>1.1.2 Dinamiche operative della consulenza finanziaria.....</i>	<i>10</i>
1.2 Limitazioni tecniche della consulenza finanziaria.....	14
1.3 La finanza comportamentale, le cenni su possibili fattori di rischio nell'attività di consulenza.....	19
Capitolo 2 I Robo-Advisors.....	24
2.1 I Robo-Advisors, dove e perché.....	24
2.2 Struttura ed aspetti operativi dei consulenti automatizzati.....	28
<i>2.2.1 La struttura e strategia di implementazione del Robo-Advisor.....</i>	<i>29</i>
<i>2.2.2 Potenzialità e limiti dell'intelligenza artificiale nell'attività di consulenza.....</i>	<i>32</i>
<i>2.2.3 Un'analisi SWOT per i Robo-Advisors.....</i>	<i>35</i>
<i>2.2.4 Il profilo di rischio dell'investitore.....</i>	<i>42</i>
2.3 Il contesto normativo per la consulenza automatizzata.....	45
2.4 I principali player di mercato.....	49

Capitolo 3 Strategia di asset allocation, dal modello di Markowitz all’implementazione nei Robo-Advisors	54
3.1 Introduzione alla teoria di portafoglio.....	54
3.2 Formalizzazione del modello di ottimizzazione à la Markowitz.....	61
3.2.1 Limiti operativi e strutturali del modello di Markowitz.....	67
3.3 Un passo avanti: l’introduzione di vincoli per l’operatività.....	71
Appendice 3.1.....	74
Capitolo 4 Applicazione del modello media-Expected Shortfall per Robo-Advisor “stabili”.....	80
4.1 Misure coerenti per il rischio.....	80
4.1.1 Il Value at Risk.....	81
4.1.2 L’Expected Shortfall.....	85
4.2 Le distribuzioni Lévy-Pareto stabili, ipotesi distributiva dei rendimenti.....	87
4.3 Un’alternativa metaeuristica per la risoluzione di problemi complessi di ottimizzazione: la Particle Swarm Optimization.....	93
4.3.1 La Particle Swarm Optimization.....	95
4.3.2 La PSO come metodo risolutivo per l’ottimizzazione di problemi vincolati.....	100
Capitolo 5 Un modello media-Expected Shortfall in ambiente stabile.....	103
5.1 Introduzione.....	103
5.2 Il modello: un approccio in media-Expected Shortfall con ipotesi stabili, risolto dalla Particle Swarm Optimization.....	108
5.2.1 I parametri del problema di ottimizzazione e del settaggio per la PSO.....	109

5.3 Primo scenario: investitore con basso profilo di rischio.....	113
<i>5.3.1 Basso profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili.....</i>	<i>114</i>
<i>5.3.2 Basso profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali.....</i>	<i>116</i>
5.4 Secondo scenario: investitore con medio profilo di rischio.....	119
<i>5.4.1 Medio profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili.....</i>	<i>119</i>
<i>5.4.2 Medio profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali.....</i>	<i>122</i>
5.5 Terzo scenario: investitore con medio profilo di rischio.....	124
<i>5.5.1 Alto profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili.....</i>	<i>124</i>
<i>5.5.2 Alto profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali.....</i>	<i>126</i>
Appendice 5.1.....	129
Capitolo 6 La consulenza automatizzata all'era del COVID-19.....	136
6.1 Lo scenario dell'economia globale.....	136
<i>6.1.1 I Robo-Advisor nel primo quadrimestre del 2020.....</i>	<i>137</i>
6.2 Diverse ipotesi strutturali e diverso impatto del COVID-19 sui portafogli finanziari.....	140
<i>6.2.1 Primo scenario: investitore con basso profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili.....</i>	<i>140</i>
<i>6.2.2 Primo scenario: investitore con basso profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali.....</i>	<i>143</i>
<i>6.2.3 Secondo scenario: investitore con medio profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili.....</i>	<i>145</i>
<i>6.2.4 Secondo scenario: investitore con medio profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali.....</i>	<i>146</i>

<i>6.2.5: Terzo scenario: investitore con alto profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili</i>	148
<i>6.2.6: Terzo scenario: investitore con alto profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali</i>	150
Appendice 6.1	153
Conclusioni	160
Bibliografia	163
Sitografia	168

INTRODUZIONE

Il mondo finanziario è un ambiente complesso composto da un'eterogeneità di materie scientifiche e giuridiche, le quali si incontrano al fine di garantire l'efficacia e l'efficienza degli scambi. Milioni di diversi strumenti circolano costantemente all'interno di questo universo attraverso l'equilibrio che si riscontra tra la domanda e l'offerta di operatori provenienti da tutto il mondo. È immediato constatare che approcciare questo genere di spazio competitivo può risultare un azzardo per coloro che non sono esperti, a causa della complessità e della dinamicità che caratterizzano questo settore.

Non a caso da diversi anni si sono sviluppate delle figure lavorative specializzate alla pianificazione ed alla gestione del risparmio mediante investimenti nel mercato finanziario, le quali affiancano il risparmiatore durante il proprio processo decisionale. A tal riguardo si parla dei cosiddetti consulenti finanziari, i quali sono una categoria di professionisti il cui ruolo ha subito importanti cambiamenti in seguito allo sviluppo di questo settore. La delicatezza della materia trattata da questi operatori è soggetta ad una particolare attenzione anche del legislatore, il quale persegue l'obiettivo di tutelare la figura dell'investitore in quanto parte debole della relazione.

In seguito alla crisi finanziaria del 2008, il sistema finanziario è stato soggetto ad una grande diminuzione della fiducia da parte del pubblico degli investitori, a causa della poca trasparenza nelle operazioni e degli ingenti capitali persi durante quel periodo. I mutamenti strutturali ed ambientali del settore hanno pertanto permesso la nascita e lo sviluppo di nuovi *player* in grado di modificare l'attività di consulenza tradizionale. Si sta parlando dei cosiddetti Robo-Advisor, cioè delle piattaforme di consulenza automatizzata in grado di elaborare offerte di investimento personalizzate ad una vasta eterogeneità di investitori.

Questo genere di servizi ha velocemente conquistato il consenso di utilizzatori provenienti da tutto il mondo a testimoniare la capacità di soddisfare esigenze differenti. Per verificare l'affidabilità dei servizi di Robo-Advisory, anche il mondo accademico ha mosso importanti ricerche. Quello che viene affrontato all'interno di questo elaborato riguarda infatti un'indagine volta alla verifica di quale tipologia di *asset allocation* viene implementata all'interno di queste piattaforme, al fine di valutare la bontà delle strategie di investimento che vengono proposte.

La ricerca si è fondata sull'osservazione di 110 piattaforme di Robo-Advisory operanti nei tre maggiori mercati in termini di *asset under management*: America Settentrionale, Europa ed Asia. Di ciascun consulente automatizzato, oltre al modello di *asset allocation* utilizzato, si sono analizzate le dimensioni in termini di *asset* gestiti, il numero di *asset class* utilizzate per la composizione dei portafogli, il numero di diverse classi di rischio e la presenza o meno di un operatore umano. In questo modo si è potuto costruire un solido campione su cui basare la proposta che segue.

In letteratura da molti anni è risaputo che l'ipotesi di distribuzione Normale dei rendimenti non è riscontrata nella realtà a causa delle forti oscillazioni di mercato. Ci si è chiesto allora se fosse opportuno affidare i propri risparmi a piattaforme gestite da robot incapaci di percepire i potenziali improvvisi *shock* che colpiscono le Borse. È ragionevole pensare che, in un contesto come quello delineato, i rischi a carico dell'investitore possono aumentare spropositatamente. La proposta è allora quella di sviluppare un modello di *asset allocation* per Robo-Advisor in ambiente Stabile. Ciò significa che, anziché prendere per vere le assunzioni delle tradizionali Teorie di Portafoglio basate sulla statistica Normale, in questo caso l'ipotesi di fondo è che le distribuzioni di rendimento seguano la statistica Lévy-Pareto Stabile. Questo tipo di assunzione permette infatti di considerare una probabilità legata ad eventi estremi maggiore.

Sarà quindi implementato un modello di *asset allocation* che segue i canoni tipici dell'operatività professionale attraverso l'utilizzo delle classiche linee guida per la composizione di portafogli ottimi, ai quali si aggiunge questa ipotesi. Inoltre, al fine di ottenere una corretta specificazione del rischio, ci si stacca dalle tecniche tradizionali di misurazione, adottando invece una misura coerente per il rischio, la cosiddetta *Expected Shortfall*. L'inserimento di questa misura e l'aggiunta dei cosiddetti vincoli misti-interi per comporre offerte di investimento confrontabili con soluzioni reali rendono il problema di ottimizzazione computazionalmente complesso. Per questo motivo verrà utilizzato un processo risolutivo chiamato *Particle Swarm Optimization*, con il quale sarà possibile trovare una soluzione efficiente ad un problema di *portfolio selection* in un tempo accettabile.

La composizione del portafoglio sarà replicata per tre diverse tipologie di investitore, ciascuna appartenente ad una classe di rischio differente, rispettivamente alto, medio e basso rischio. Il profilo dell'investitore sarà calibrato in relazione a delle ipotetiche risposte ad un generico questionario MiFID II, previsto dalla normativa in materia di investimenti finanziari.

Infine, ogni portafoglio prodotto sarà comparato ad un equivalente modello sviluppato con il tradizionale metodo basato su ipotesi che considerano distribuzioni di rendimento Normali, al fine di verificare, in termini di rischio, quale risulta più adatto per questo genere di servizi.

Il lavoro verrà impostato considerando due orizzonti temporali differenti, il primo che considera il campione 01/01/2013 – 31/12/2019 ed un secondo che considera il campione 01/12/2019 – 30/04/2020. Nel primo periodo il mercato è stato caratterizzato da un andamento stabile ed in leggera crescita, mentre il secondo ha visto sorgere la pandemia Covid-1 e le conseguenze a livello economico-finanziario ad essa imputate. Diventa quindi cruciale verificare anche il diverso comportamento assunto dai modelli a seconda del contesto di riferimento.

Il presente elaborato si sviluppa in sei capitoli. Il Capitolo 1 introduce il contesto dell'attività di consulenza in materia di investimenti finanziari tradizionalmente svolta da un consulente umano. A riguardo si evidenzieranno i cambiamenti che ha subito nel tempo questa figura professionale, sotto un profilo sia operativo che normativo. Saranno poi analizzati i limiti legati all'attività di consulenza con particolare approfondimento relativamente al ruolo svolto dall'irrazionalità dell'uomo in questo genere di servizi.

Il Capitolo 2 riguarda invece i nuovi player di mercato, i Robo-Advisor. Di questi sarà spiegata l'origine, lo sviluppo e le prospettive di mercato, nonché gli aspetti normativi ed operativi di questi sistemi di consulenza automatizzata. Saranno presentati i risultati ottenuti in seguito ad una ricerca condotta per verificare i metodi di *asset allocation* e le tipologie più diffuse di Robo-Advisor nel mercato.

Per quanto riguarda il Capitolo 3, questo tratta della generica fase di *asset allocation* implementabile sia nella consulenza tradizionale che automatizzata. In questa sezione sarà infatti analizzato il modello media-varianza derivante dalla proposta del Premio Nobel per l'economia Harry Markowitz. Nonostante il lavoro sia datato 1952 è ancora un utile strumento per risolvere problemi di *portfolio selection*. Da questo modello si svilupperanno una serie di considerazioni volte alla definizione di criteri maggiormente utili per l'implementazione nel contesto di Robo-Advisory.

Nel Capitolo 4 saranno tracciati gli elementi strutturali per l'applicazione della fase di *asset allocation* in ambiente Stabile. In particolare, si discuterà del motivo per cui l'utilizzo della varianza come misura per il rischio sarà sostituita con una tecnica più adatta, l'*Expected Shortfall*. Dal momento che il cuore dell'elaborato si focalizza su una miglior gestione del rischio, si è ritenuto opportuno utilizzare una misura coerente ed innovativa rispetto a quanto applicato nei tradizionali modelli di Teoria del Portafoglio. Sotto questo punto di vista è coerente anche la scelta di applicare ipotesi di rendimento stabili, in quanto a differenza della Normale permettono di considerare una maggiore massa di probabilità al di sotto delle code della funzione. Ciò equivale a dire che la manifestazione di eventi estremi è molto più frequente rispetto a quanto previsto dai modelli tradizionali. Il problema di ottimizzazione sarà infine sviluppato attraverso l'utilizzo della *Particle Swarm Optimization* come algoritmo risolutivo. Pertanto, all'interno del capitolo se ne discutono caratteristiche generali ed ambiti di applicabilità.

L'implementazione pratica della struttura appena delineata sarà impostata all'interno del Capitolo 5. All'interno di questo si delineeranno i risultati ottenuti per ciascuno dei tre scenari considerati e si eseguirà il paragone con un modello equivalente che rispetti però le assunzioni dei metodi tradizionali, in particolare distribuzioni di rendimento Normali. Per far questo verrà utilizzato il *software* MATLAB. Attraverso la generazione di un comando codificato, si attuano le due tipologie di *asset allocation* per ciascuna classe di rischio. I risultati appariranno in termini di composizione di portafoglio, dei quali si confronteranno le diverse performance.

Il Capitolo 6 replica la struttura di analisi effettuata all'interno del Capitolo 5, evidenziando però i risultati relativi al "periodo Covid-19". Questo permetterà quindi di effettuare delle considerazioni sulle differenze che verranno evidenziate a seconda dei diversi contesti di mercato.

L'elaborato si concluderà con un capitolo conclusivo all'interno del quale verranno riassunti i risultati emersi ed i relativi commenti a riguardo.

CAPITOLO 1

La consulenza finanziaria, un paradigma in continuo cambiamento

Nel presente capitolo verrà presentata un'analisi introduttiva del fenomeno della cosiddetta consulenza finanziaria. Sarà dato uno sguardo all'evoluzione di questa attività sia da un punto di vista operativo, sia secondo l'aspetto normativo. Verrà inoltre proposto un rapido *excursus* riguardo la finanza comportamentale in modo tale da evidenziare i limiti cognitivi e psicologici che possono influenzare negativamente l'attività di investimento. Un ultimo paragrafo sarà dedicato per cogliere gli aspetti negativi che influenzano le performance e l'efficacia della consulenza.

1.1 EVOLUZIONE E SVILUPPO DELLA CONSULENZA FINANZIARIA

Quando si parla di attività di consulenza in ambito finanziario spesso si attribuisce un'accezione distorta, riferendosi erroneamente ad attività differenti, come per esempio il trading o la speculazione. Si tratta in realtà di un campo che opera in un ambiente particolarmente complesso e che si sviluppa in diverse direzioni, in quanto concerne non solo compiti di valutazione dei più svariati strumenti e prodotti finanziari, ma entra in contatto con diverse discipline, come la matematica finanziaria e l'econometria per gli aspetti quantitativi, ma anche il diritto della legislazione bancaria e dei mercati finanziari per quanto riguarda gli aspetti normativi. I soggetti abilitati allo svolgimento di questa attività hanno il compito di assistere professionalmente la clientela in ambito di programmazione ed elaborazione di strategie di investimento e gestione patrimoniale. La prestazione del servizio dovrà allinearsi con gli obiettivi specifici ed il profilo di rischio di ciascun cliente, in modo tale da garantirne una particolare personalizzazione, e con quanto previsto dal legislatore.

Il mondo della finanza è da sempre soggetto ad una particolare influenza della tecnologia, pertanto il forte progresso che ha caratterizzato il Novecento ha indotto molteplici innovazioni in questo campo. I forti cambiamenti hanno coinvolto non solo gli strumenti che circolano e che vengono scambiati nei mercati, dove ai tradizionali titoli di debito e credito si sono affiancate forme di investimento più complesse¹, ma anche i soggetti che operano all'interno del settore. Uno dei più grossi risultati dovuti a questa spinta modernizzante si ritrova nel volume delle transazioni, cresciuto esponenzialmente rispetto agli albori di questa materia. L'altra faccia della medaglia però mostra un forte incremento dell'incertezza e della volatilità del sistema

¹ A riguardo si parla dell'introduzione di Exchange Traded Product (ETP), macro-famiglia che comprende gli Exchange Traded Fund (ETF), gli Exchange Traded Notes (ETN) e gli Exchange Traded Commodities (ETC). Sono sorti poi negli anni prodotti come le opzioni, *call* e *put*, il cui grado di complessità aumenta quando si fa riferimento alle cosiddette "opzioni esotiche". Altra categoria di strumenti che ha subito forti innovazioni riguarda quella delle obbligazioni, dove, per esempio, dagli anni '80 si sono cominciati a scambiare pacchetti di singole obbligazioni frazionate, le Collateralized Debt Obligations, ritenute una delle principali cause della crisi del 2008.

finanziario con un impatto sull'economia reale che non sempre si è rivelato marginale e trascurabile. Sono infatti di natura finanziaria le cause che hanno portato al recente periodo di crisi mondiale e le cui conseguenze sono tutt'ora percepibili.

Gli scenari avversi che si sono venuti a sviluppare hanno creato i presupposti per un intervento normativo di notevoli dimensioni, il quale si è sviluppato con un susseguirsi di implementazioni legislative mirate alla regolamentazione ed armonizzazione a livello europeo dell'intero settore. La disciplina giuridica persegue diversi obiettivi, tra cui preservare la sana e prudente gestione delle organizzazioni bancarie e degli intermediari che operano in questo campo. Garantire sufficienti livelli di trasparenza e competitività per la tutela di risparmiatori ed investitori è indispensabile, in quanto considerati la controparte debole della relazione. Le attività di vigilanza e supervisione sono affidate a specifiche autorità che operano a livello nazionale, come la Banca d'Italia e la Consob, ma che hanno l'obbligo di collaborare in modo coordinato con gli istituti di vigilanza dell'Unione Europea e degli altri stati membri.

La diffusione e la popolarità accresciutasi attorno a questo mondo ha avuto come risultato lo svilupparsi di alcune nuove figure lavorative specializzate in materia finanziaria, con particolare riferimento ai servizi di investimento ed allocazione delle risorse, senza tralasciare gli aspetti giuridici e fiscali ad essi connessi. Si parla a riguardo del consulente finanziario, il quale ha cambiato nel corso degli anni diverse denominazioni, come agente di cambio o promotore, a seconda della legislazione corrente. Questi soggetti si occupano di un'attività particolarmente delicata in quanto offrono consulenza in materia di investimento del risparmio di soggetti privati ed aziende, valutandone quindi esigenze ed obiettivi in relazione con i personali profili di rischio.

La discrezione con cui questi servizi devono essere eseguiti si denota anche dall'attenzione dedicata a questi soggetti dalle stringenti direttive MiFID (*Markets in Financial Instruments Directive*) dell'Unione Europea. Con gli ultimi provvedimenti emessi, infatti, si è posto l'accento sui caratteri di appropriatezza ed adeguatezza nella definizione e valutazione della rischiosità degli investimenti. Ampia letteratura legislativa sulla materia si riscontra anche nei Testi Unici Bancario (TUB) e Finanza (TUF); si tratta di codici di norme che definiscono le limitazioni del campo operativo nonché disciplinano nel dettaglio le responsabilità in capo a consulenti ed intermediari.

Un ulteriore elemento coadiuvante alla spinta espansionistica del settore della consulenza deriva dalla forte incertezza nel contesto economico-politico italiano. A differenza di altri mercati più maturi come quelli anglosassoni, dove la figura del consulente finanziario è ormai frequentemente diffusa per la gestione dei patrimoni personali, in Italia il fenomeno è ancora in rampa di lancio. Anche se si tratta di un servizio presente da decenni, la clientela target era tipicamente diffusa tra coloro appartenenti alla categoria del "*Private Banking*". In gergo bancario, si tratta di un segmento all'interno del quale confluiscono soggetti privati dotati di patrimoni particolarmente elevati a cui vengono offerti servizi altamente personalizzati. Essi si suddividono in tre sottocategorie:

- *Affluent*, appartenenti alla fascia inferiore. Sono individui che dispongono di patrimoni che superano il milione di euro e solitamente lasciati in gestione ad un unico consulente;
- *High Net Worth Individuals* (HNWI), si collocano nella fascia intermedia. Si tratta di soggetti dotati di patrimoni che superano i 10 milioni di euro e che prediligono una gestione suddivisa tra più gestori per garantire un livello di diversificazione più elevato;
- *Ultra High Net Worth Individuals* (UHNWI), si inseriscono nella fascia più alta. Come gli HNWI spartiscono su più fronti i propri patrimoni, i quali superano i 25 milioni di euro.

L'esclusività di tale servizio deriva dal fatto che la gestione di masse patrimoniali tanto elevate erano in grado di garantire introiti certi agli enti prestatori del servizio, cosa che non poteva essere chiaramente replicata con la gestione di patrimoni della clientela *retail*². Negli ultimi anni però la domanda di consulenza derivante da questo segmento ha subito un forte incremento. Le riforme introdotte che hanno colpito i sistemi pensionistici e le previsioni allarmanti relative ai conti degli enti previdenziali hanno suscitato una forte preoccupazione nei risparmiatori. Per questo motivo gli italiani, soprattutto quelli della classe medio-bassa, hanno dovuto ricercare mezzi alternativi e supplementari che potessero garantire un livello minimo di reddito anche in età non lavorativa.

Sono così nati una serie di strumenti e di offerte caratterizzati da alta standardizzazione e basso costo, in modo tale da soddisfare anche le esigenze di quei clienti con minori risorse monetarie. Ed è anche per questo che sono incrementate le domande di adesione a fondi comuni di investimento, aperti e chiusi³, e ad altre tipologie di servizi di previdenza integrativa, sotto la supervisione di consulenti finanziari.

L'ampia diffusione tra il pubblico e la complessità cui sono caratterizzati questi prodotti hanno indotto il legislatore ad attuare norme più aggiornate ed in linea con un sistema coordinato con gli ordinamenti degli altri Stati membri dell'Unione Europea. Si intuisce allora l'intento di implementare un sistema giuridico in grado di rispondere alle forti esigenze di un campo ad alta dinamicità e contraddistinto da rapidi mutamenti operativi ed ambientali.

1.1.1 La consulenza finanziaria nel contesto normativo italiano

Per cogliere le dimensioni del fenomeno si è cercato di delineare con diverse disposizioni un perimetro definitivo dei soggetti abilitati allo svolgimento di specifici servizi ed attività di investimento. Sono numerose le fonti normative che si occupano di tale disciplina, pertanto ai fini di una comprensione totalitaria dell'argomento è necessaria una lettura integrata di più testi.

² Si tratta di un segmento all'interno del quale affluiscono clienti dotati di patrimoni inferiori al milione di euro.

³ Si tratta di una forma di gestione di risparmio collettivo. Sono infatti degli investitori istituzionali gestiti da società ed enti abilitati che raccolgono il risparmio di cittadini ed imprese per investirlo in portafogli diversificati. I fondi comuni di investimento (FCI) aperti si caratterizzano per il principio della "porta aperta", cioè chiunque è libero di accedervi e disinvestire in qualsiasi momento. Per quanto riguarda i FCI chiusi, invece, si riconoscono i diritti al rimborso delle quote ai partecipanti solo alla maturazione di predeterminate scadenze.

A tal riguardo, i diversi provvedimenti imposti dal legislatore sono volti a garantire la riservatezza della materia. È previsto, infatti che, solamente ben determinati soggetti possano esercitare la prestazione di questo servizio, al fine di preservare il buon funzionamento e la fiducia nel sistema.

Il TUF, uno dei testi in cima alla piramide gerarchica delle fonti in materia finanziaria, raccoglie una serie di articoli che illustrano una prima delimitazione del campo di attività sopra tracciato. In particolare, l'articolo 1 comma 5 dispone che: *“Per "servizi e attività di investimento" si intendono i seguenti, quando hanno per oggetto strumenti finanziari:*

a) negoziazione per conto proprio;

b) esecuzione di ordini per conto dei clienti;

c) assunzione a fermo e/o collocamento sulla base di un impegno irrevocabile nei confronti dell'emittente;

c-bis) collocamento senza impegno irrevocabile nei confronti dell'emittente;

d) gestione di portafogli;

e) ricezione e trasmissione di ordini;

f) consulenza in materia di investimenti;

g) gestione di sistemi multilaterali di negoziazione;

g-bis) gestione di sistemi organizzati di negoziazione.”

Ai fini di questo elaborato particolare attenzione viene posta per quanto concerne l'ambito inserito nella lettera f) comma 5, in quanto si tratta di un'attività riservata ai consulenti finanziari, i quali sono liberi di operare sia per conto di altri soggetti abilitati, come per esempio SIM, banche italiane ed estere, sia in modo autonomo o alternativamente aggregato sottoforma di società per azioni o a responsabilità limitata. L'interpretazione di “attività di consulenza in materia di investimenti” venne lasciata inizialmente libera da parte del legislatore. A tal riguardo, solamente con l'introduzione del Testo Unico Bancario nel 1993 avviene una prima delimitazione del fenomeno. Si tratta infatti di un'attività che ha registrato un costante sviluppo ma che si è da sempre caratterizzata per eterogenee implementazioni, sia da parte degli operatori stessi, sia negli ordinamenti dei diversi Stati. Date la delicatezza e soprattutto le dimensioni che la fattispecie in oggetto ha assunto negli ultimi anni, diventa opportuno delimitarne sia gli aspetti pratici che quelli giuridici.

La prestazione dell'attività di consulenza rimane tuttavia perimetrata dai limiti del comma 5 qualora si presenti in forma del tutto generica o, quantomeno, non abbia per oggetto strumenti finanziari: *“Per “consulenza in materia di investimenti” si intende la prestazione di raccomandazioni personalizzate a un cliente, dietro sua richiesta o per iniziativa del prestatore del servizio, riguardo a una o più operazioni relative a strumenti finanziari”*⁴. Si tratta infatti di una definizione che segna un punto di partenza dal quale è possibile poi declinare le varie peculiarità che la fattispecie assume.

I soggetti ai quali è permesso prestare l'attività di consulenza in materia di investimenti, è previsto che siano iscritti in un apposito albo, dal 2015 denominato “Albo Unico dei Consulenti Finanziari”⁵. La tenuta di quest'ultimo è affidata al cosiddetto “Organismo di vigilanza e tenuta dell'albo unico dei consulenti finanziari”. Si tratta di un ente con personalità giuridica composto dalle associazioni rappresentative di questi professionisti. I poteri di quest'organo sono di carattere sanzionatorio e cautelare e una particolare influenza è poi esercitata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze che ne nomina il Presidente e ne approva Statuto e regolamento interno. All'atto dell'iscrizione all'albo confluiranno in tre distinte sezioni i consulenti abilitati all'offerta fuori sede, i consulenti autonomi e le società di consulenza finanziaria, a seconda delle specificità individuali di ciascun soggetto.

La presenza delle tre diverse classi è dovuta da ragioni di carattere evolucionistico della disciplina. Prima dell'entrata in vigore del TUF, infatti, non era presente alcuna riserva di legge che regolasse l'esercizio dell'attività di consulenza in materia di investimenti. Per questo motivo, per coloro che svolgevano professionalmente questi servizi sorsero alcuni problemi: si creò un periodo transitorio per accertare che persone fisiche e società che, non legittimate dal rilascio dell'autorizzazione, disponessero di particolari requisiti per l'esercizio dell'attività di consulenza. Per porre rimedio alla falla creatasi, il legislatore propose l'inserimento delle due sezioni relative alle figure di consulente autonomo e di società di consulenza. In questo modo si rese possibile un'estensione della riserva di attività a quei soggetti che, a prescindere fossero organizzati come persone fisiche o giuridiche⁶, presentassero il possesso di determinati prerequisiti. Dovevano essere garantiti i criteri minimi di professionalità, onorabilità ed indipendenza, nonché di patrimonialità nel caso di persone giuridiche, affinché fosse assicurata la legittima professione dell'esercizio. Il risultato di questa operazione correttiva ebbe come effetto iniziale una sostanziale fase di stallo relativamente alla fase di iscrizione all'Albo. Successivamente si raggiunse comunque l'obiettivo desiderato: anche i soggetti che svolgevano l'attività “di fatto”, furono abilitati anche alla prestazione “di diritto” del servizio medesimo.

I requisiti di cui sopra vennero stabiliti tramite regolamento dal Ministro dell'Economia e delle Finanze, sentita la Consob, mentre la valutazione del loro eventuale possesso viene eseguita su più livelli. Per quanto riguarda il criterio oggettivo di patrimonialità non sorsero particolari implicazioni, mentre per l'accertamento dei vincoli qualitativi fu necessario individuare alcune

⁴Consob, Testo unico della Finanza, d.lgs. n.58, 24/02/1998, art. 1 “Definizioni”, aggiornato con le modifiche apportate con il d.lgs. n. 49, 10/05/2019.

⁵ Prima della revisione del TUF si parlava di “Albo Unico dei Promotori Finanziari”.

⁶ Limitatamente a società di capitali in forma di società per azioni o società a responsabilità limitata.

regole standard. In particolare, per appurare il requisito di professionalità, questi soggetti furono sottoposti a prove valutative ed alla presentazione di valida documentazione che ne testimoniassero la pregressa esperienza professionale⁷.

Per una maggior specificazione dell'attività di consulenza si rinvia all'articolo 24-bis del TUF, il quale dispone che: *“In caso di esercizio della consulenza in materia di investimenti, il cliente è informato, in tempo utile prima della prestazione del servizio, anche di quanto segue:*

a) se la consulenza è fornita su base indipendente o meno;

b) se la consulenza è basata su un'analisi del mercato ampia o più ristretta delle varie tipologie di strumenti finanziari, e in particolare se la gamma è limitata agli strumenti finanziari emessi o forniti da entità che hanno con il prestatore del servizio stretti legami o altro stretto rapporto legale o economico, come un rapporto contrattuale talmente stretto da comportare il rischio di compromettere l'indipendenza della consulenza prestata;

c) se verrà fornita ai clienti la valutazione periodica dell'adeguatezza degli strumenti finanziari raccomandati”⁸.

L'ulteriore puntualizzazione che il legislatore si prestò a fare è mirata alla distinzione di due tipologie differenti di consulenza. Queste si differenziano in un primo momento dal grado di indipendenza che caratterizza il soggetto prestatore del servizio. Le tre diverse categorie, infatti, si distinguono in base alla presenza o meno di rapporti vincolanti tra i consulenti ed altre organizzazioni che operano come distributori di strumenti e prodotti finanziari. Si tratta di uno degli aspetti più sensibili della materia in quanto il legislatore si accorge della possibile presenza di conflitti di interesse che possono compromettere l'efficacia e l'efficienza del servizio.

Con l'applicazione di MiFID II, che porta alla definizione del sopra-citato articolo, vengono delineate le figure di consulente indipendente e no. La principale differenza tra queste due tipologie di operatori risiede nel fatto che i primi sono direttamente remunerati dal cliente a cui viene prestato il servizio. L'onerosità della consulenza in questo caso si limita alla parcella onnicomprensiva presentata per la prestazione dell'attività di raccomandazione personalizzata in tema di investimento. Si tratta di un servizio ad alto valore aggiunto in quanto l'indipendenza garantisce un'elevata trasparenza, nonché il miglior interesse per il cliente.

Quanto appena detto è ciò che differisce per coloro che operano invece come consulenti dipendenti. Questi ultimi, infatti, agiscono per conto di un'unica organizzazione finanziaria, come per esempio banche, SIM, imprese di investimento, e la loro opera di consulenza rischia di essere afflitta da due gravi problemi. Per prima cosa, la prestazione sarà remunerata dalla società per cui essi lavorano, e quest'ultima è solitamente incentivata, monetariamente e no,

⁷ Consob, Testo unico della Finanza, d.lgs. n.58, 24/02/1998, art. 18-bis “Consulenti finanziari autonomi”.

⁸ Consob, Testo unico della Finanza, d.lgs. n. 58, 24/02/1998, art. 24-bis “Consulenza in materia di investimenti” co.l.

dalle case fornitrici dei prodotti finanziari per ogni loro collocamento. In secondo luogo, si percepisce come la raccomandazione del consulente sia fortemente indirizzata verso la sponsorizzazione di specifici prodotti e non più all'ampia generalità di quelli presenti sul mercato. Nonostante alcuni vincoli normativi che impongano un certo livello di trasparenza e che cerchino di limitare i possibili conflitti di interesse, è facile supporre che la prestazione di consulenza non indipendente non sempre sia in grado di fornire la *best execution* per gli interessi del cliente.

È quindi comprensibile l'intento del legislatore di individuare soggetti che svolgano in modo professionale e competente una materia tanto delicata come la gestione del risparmio sotto forma di servizi di investimento. Si può quindi intuire che tra il pubblico, inteso come coloro che cercano una soluzione ottimale per la gestione delle proprie risorse, siano pochi i soggetti che effettivamente possano adempiere a tale attività con diligenza. È allora giustificata la presenza di questi operatori che, una volta definito il profilo del cliente in termini di rischio, costo e rendimento, svolgono la propria opera professionale tramite il supporto informativo inerentemente alla tipologia di strumenti finanziari più idonei alla compatibilità economica ed agli obiettivi di investimento del cliente.

1.1.2 Dinamiche operative della consulenza finanziaria

La definizione del profilo di rischio è uno dei compiti principali e più delicati nella prestazione del servizio di consulenza, in quanto devono essere delineate quelle caratteristiche su cui si baserà la composizione del portafoglio di investimento. Fatto salvo l'obbligo imposto all'intermediario di operare secondo i principi della *best execution*, con la quale si garantisce che il servizio venga svolto nell'esclusivo interesse dell'investitore, sarà ogni singolo cliente a fornire le informazioni ed i dati necessari per la definizione della strategia di investimento. A ciascun investitore è infatti richiesta la compilazione del cosiddetto questionario MiFID, il quale è composto di una serie di domande che permette a chi presta il servizio di consulenza di conoscere il soggetto che ha di fronte. La struttura del documento dovrà essere tale per cui possano essere estrapolate le informazioni necessarie per inquadrare il cliente almeno sotto tre aspetti chiave:

- la conoscenza ed esperienza in materia di investimenti riguardo al tipo specifico di strumento o di servizio;
- la situazione finanziaria, inclusa la capacità di sostenere perdite;
- gli obiettivi di investimento, inclusa la tolleranza al rischio⁹.

In questa sede, la disciplina richiede specificatamente che i punti sopra elencati siano delineati in modo indipendente per ciascun cliente, affinché sia applicato correttamente l'attributo di adeguatezza. Si tratta infatti del requisito minimo per i servizi e le attività che abbiano ad oggetto

⁹ Consob, Regolamento intermediari Consob, delibera n. 20307, 15/02/2018, art. 40 (Principi generali) co. 1, aggiornato con le modifiche apportate con il d.lgs. n. 49, 10/05/2019.

la consulenza in materia di investimenti finanziari richiesto dalla regolamentazione europea MiFID. Sotto questo aspetto infatti, la prestazione di consulenza si concretizza in raccomandazioni personalizzate sulla base delle informazioni rese note dal cliente o potenziale tale; a tal fine, se il consulente o la società che svolge il servizio ritengono insufficienti o inadatte le notizie fornite, dovranno comunicare l'inadeguatezza del prodotto finanziario rispetto alle caratteristiche presentate dal soggetto stesso. Se il cliente non dovesse fornire le condizioni minime affinché la prestazione possa essere eseguita secondo i principi richiesti, il prestatore del servizio renderà nota l'impossibilità di eseguire un'analisi valutativa adeguata. Al contempo, compilare in modo adeguato il questionario risulta essere la miglior difesa per il cliente nell'eventualità di un contenzioso. Se il servizio di consulenza dovesse essere ritenuto non in linea con quanto dichiarato nel questionario, l'onere della prova sarà a carico del consulente il quale dovrà dimostrare che le raccomandazioni prestate fossero conformi al profilo di rischio.

È quindi chiaro come il cuore del servizio svolto dal consulente finanziario sia caratterizzato da un rapporto che non si conclude in un mero incontro di interessi opposti come un qualsiasi altro scambio commerciale, ma debba invece intendersi come relazione costruita in termini di fiducia reciproca affinché la prestazione possa garantire un elevato livello di soddisfazione ed una collaborazione duratura. La posizione di ciascun cliente dev'essere costantemente monitorata e periodicamente ribilanciata, al fine di verificare che gli obiettivi ed i requisiti dell'investimento non siano significativamente cambiati. È inoltre possibile che, con il perdurare della relazione, siano stati immessi nel mercato nuovi strumenti che meglio si adattano alle esigenze del cliente. Pertanto, l'opera di aggiornamento e di continua valutazione risulta essere essenziale per l'apporto di un maggior valore al servizio.

La consulenza quindi non si esaurisce con l'analisi finanziaria e del profilo di rischio del cliente. Essa si deve infatti sviluppare anche in ambiti diversi, come per esempio sotto l'aspetto psicologico, in modo tale da percepire ulteriori esigenze ed eventuali preoccupazioni che non sempre è possibile estrapolare dai dati e dalle informazioni fornite tramite i questionari. Una volta delineato il sentiero da percorrere definendo anche gli ostacoli che si possono incontrare, il consulente è libero di indicare quale sia la strategia di investimento più idonea alle caratteristiche del suo specifico cliente. Secondo questo aspetto chiaramente non esiste una soluzione univoca ma si dovranno verificare una serie di ulteriori implicazioni, quali, per esempio, gli strumenti a disposizione del consulente, sia in termini di indipendenza che in termini di gamma prodotti per la formulazione dell'offerta, la capacità e l'approccio impiegato nella definizione dell'*asset allocation*, e via dicendo.

In sintesi, è possibile riportare una lista delle mansioni che il consulente finanziario tipicamente conduce:

- **Analisi del cliente.** Come visto in precedenza, si tratta dell'attività di profilazione degli aspetti critici che influiscono sulle raccomandazioni personalizzate ai fini dell'investimento. In questa sede il consulente recepisce le informazioni sulla situazione patrimoniale e finanziaria e stabilisce le modalità di investimento in base agli obiettivi ed alla propensione al rischio del cliente;

- **Allocazione degli asset.** In relazione all'elaborazione del profilo di rischio e degli obiettivi finanziari esaminati al punto antecedente, il consulente determina un portafoglio di strumenti e titoli adeguato alle esigenze dell'investitore. Per far ciò, dovrà essere analizzata un'ampia gamma di prodotti finanziari che, a seconda della tipologia di consulenza, saranno selezionati tra l'universo offerto dal mercato oppure limitatamente a quelli a disposizione del consulente. Le tecniche di valutazione si basano su fondati metodi scientifici che, come si vedrà nei prossimi capitoli, derivano principalmente dall'approccio *à la Markowitz*¹⁰. Inoltre, in questa fase saranno prese in considerazione ulteriori aspetti personali del cliente, ad esempio la preferenza per determinate classi di attività, investimenti su prodotti sostenibili e altro ancora;
- **Attività di monitoraggio e di aggiornamento.** Una volta prestato il servizio, il consulente invierà periodicamente dei report sull'andamento degli investimenti eseguiti tramite la trasmissione di documenti, come per esempio il rendiconto finanziario. Inoltre, sarà richiesto al cliente di aggiornare il profilo in modo tale da tenere conto di eventuali modificazioni in termini di obiettivi e di rischiosità. Non da ultimo, la possibilità di reperire nuovi strumenti sul mercato può risultare strategico per conciliare le esigenze dell'investitore;
- **Esecuzione delle operazioni richieste.** I consulenti sono autorizzati alla ricezione ed alla trasmissione degli ordini da parte degli investitori. Per queste operazioni il consulente non riceverà alcuna somma di denaro da parte del cliente, e non saranno detenuti fondi, titoli o quote mobiliari per conto del cliente.

Quanto appena detto risulta essere un elenco degli aspetti comuni della tradizionale consulenza finanziaria, la quale però, a seconda del soggetto esercente, può svilupparsi in diversi archetipi. Solitamente, ogni consulente tende a dare maggiore o minore importanza ad alcuni aspetti piuttosto che ad altri in base all'approccio da egli implementato. Su questo piano si possono infatti distinguere almeno quattro soluzioni differenti, le quali non sempre sono distinte ma possono essere più o meno enfatizzate durante il rapporto.

Una prima tipologia di consulenza viene definita "olistica". Si tratta di un approccio che cerca di diffondere consapevolezza nel cliente dell'incertezza dei mercati. Viene infatti instaurato un rapporto durante il quale l'investitore è tenuto a prendere coscienza delle dinamiche finanziarie, in modo tale da poter allineare al meglio i propri obiettivi. La figura del consulente in questo caso opera considerando il denaro come un mero mezzo per raggiungere il fine, ponendo al centro i reali obiettivi del cliente. Il piano di investimento in questo caso sarà predisposto in modo tale da inglobare l'instabilità del mercato in modo coordinato con gli obiettivi prefissati.

Ulteriore approccio è implementato dal consulente "venditore". In questo caso, il modo con cui il consulente si pone per instaurare il rapporto è decisamente diverso rispetto all'applicazione precedente. Il "venditore" lascia infatti percepire il denaro come reale scopo della consulenza. La figura del consulente è posta al centro della relazione, in quanto viene vista come indispensabile per apportare le conoscenze necessarie per operare nei mercati. Si tratta di un

¹⁰ Harry Markowitz vincitore del Premio Nobel nel 1990 "per i contributi pionieristici nell'ambito dell'economia finanziaria".

approccio tipico del consulente dipendente, il quale offre i “migliori” prodotti sul mercato (tra quelli che l’istituzione per cui lavora ha a disposizione). In questo modo si genera una relazione di dipendenza tra consulente ed investitore, con una conseguente limitata consapevolezza che rischia di rendere difficoltosa l’uscita da un’eventuale posizione aperta.

La terza strategia che si può intraprendere riguarda la linea scelta dal consulente “pianificatore”. Si tratta in questo caso di una figura intermedia tra quelle viste in precedenza, in quanto tramite l’applicazione di rigorosi metodi scientifici elabora un piano di investimento in linea con i reali obiettivi dell’investitore. La pianificazione finanziaria rende possibile la trasmissione di consapevolezza dei reali rischi presenti nei mercati, ma allo stesso tempo instaura un legame di dipendenza tra le parti. La strategia implementata prevede infatti che, attraverso l’analisi delle dinamiche di mercato, venga predisposto un piano di diversificazione dell’investimento in modo tale da raggiungere degli obiettivi concreti altrimenti difficili da perseguire.

Un’ultima categoria di consulenti può essere quella degli “analisti”. Questa tipologia può essere vista come una particolarizzazione della precedente. Più precisamente, la strategia da essi implementata implica un approccio volto a battere il mercato o, perlomeno, a raggiungere la massimizzazione delle performance. Come nel caso del consulente “venditore”, il paradigma che si conforma diffonde poca consapevolezza all’investitore, accentrando la definizione della strategia nelle competenze dell’analista. Si tratta di un approccio tipico dei consulenti autonomi e delle società di consulenza.

Gli approcci delineati non devono tuttavia intendersi come soluzioni univoche. È raro infatti che un consulente si presenti proponendo un tipo di approccio piuttosto che un altro. Ciascun consulente è infatti influenzato da molteplici variabili cognitive che lo portano ad assumere ed a modificare la propria strategia a seconda del contesto in cui opera. Pertanto, la prestazione del servizio può essere caratterizzata dalla presenza di aspetti tipici di più approcci. Si determinano così delle tipologie di consulenza più sfumate, in relazione alle variabili psicologiche peculiari ad ogni consulente, le quali possono tradursi in un punto di forza o di debolezza ai fini del rapporto.

Risulta quindi evidente come l’attività di consulenza non si esaurisca in un semplice scambio di raccomandazioni personalizzate, ma debba invece considerarsi come un fenomeno di più larghe dimensioni. La struttura scientifica e tecnica deve integrarsi secondo un aspetto ed una concezione più relazionale affinché il servizio sia soggetto ad una fidelizzazione del rapporto consulente-cliente.

1.2 LIMITAZIONI TECNICHE DELLA CONSULENZA FINANZIARIA

Tra gli aspetti più controversi dell'attività di consulenza finanziaria rientra sicuramente il tema della trasparenza. Prima dell'introduzione di MiFID II gli obblighi in capo ai consulenti in questi termini erano relativamente pochi. Le innovazioni indotte da questo provvedimento normativo si sono sviluppate su più fronti, in modo tale da garantire maggior sicurezza per gli investitori e disciplinare in modo ordinato la complessità di questa attività. Pertanto, dei rilevanti cambiamenti sono stati indotti in seguito a:

- L'introduzione dell'albo unico. Questo fatto ha condotto principalmente ad uno sbloccamento dell'ingresso per nuove figure operative. In seguito all'introduzione del TUF e fino al 2007 l'attività rimase infatti riservata solamente a coloro che la esercitavano precedentemente a queste date;
- L'innovazione relativa a trasparenza e comunicazione dei costi. Come accennato nei paragrafi precedenti, il target di clientela è stato per molti anni limitato ad un segmento di individui caratterizzati da una dotazione patrimoniale molto elevata. L'attenzione dedicata ai costi del servizio veniva in molti casi assecondata qualora l'attività consulenziale producesse le performance desiderate. Le cose hanno cominciato tuttavia a cambiare in seguito agli scenari scaturitasi nel corso dell'ultimo decennio, con l'espansione di massa che ha coinvolto principalmente l'inclusione di nuovi target.

Il più grande cambiamento introdotto riguarda l'obbligo di riportare l'importo della commissione in numeri interi e non solo in termini percentuali, al quale si aggiungono inoltre degli indicatori sintetici che comprendano la totalità della somma dovuta. All'interno dei prospetti di pagamento dovrà poi essere indicato se la prestazione è avvenuta su base indipendente o meno, in modo tale da evidenziare anche quegli elementi che in passato non erano dettagliatamente illustrati;

- L'istituzione di nuovi enti di supervisione. Il rispetto delle regole di condotta da parte di coloro che operano nel campo dei mercati finanziari non sempre è garantito. Per questo motivo, oltre alla presenza delle Autorità di vigilanza che operano su specifiche materie funzionali, sono stati introdotti nuovi soggetti per la tutela degli investitori. Dal 2017, per esempio, è operativo l'Arbitro per le Controversie Finanziarie¹¹ (ACF), il quale riguarda un particolare ente di risoluzione extra-giudiziale. Esso rappresenta un'alternativa a basso costo all'intervento del Tribunale per quegli investitori che hanno esposto reclamo agli intermediari senza tuttavia ricevere risposta.

Lo sforzo del legislatore è notevole, in quanto cerca di evidenziare anche quegli aspetti meno chiari e più labili della materia. Ha infatti cercato di porre rimedio ad alcuni dei problemi che per anni hanno macchiato e contribuito a rendere "oscura" la professione del consulente.

Le prospettive sembrano quindi andare verso un graduale miglioramento dell'attività in modo da poter essere facilmente compresa ed usufruita anche dai meno informati. I *trend* in crescita nell'utilizzo dello strumento non devono però nascondere una sempre attuale concezione

¹¹ Consob, d.lgs. n. 130 delibera del 06/08/2015, in attuazione della direttiva comunitaria 2013/11/UE.

negativa del servizio, in quanto ancora percepito come troppo oneroso per i consumatori. Come riportato all'interno del *"Report on financial investments of Italian households - Behavioural attitudes and approaches"* del 2019, si avverte che, in seguito all'indagine eseguita dalla Consob, la ricchezza degli italiani è diminuita durante il 2018 ma non a discapito del tasso di risparmio che, al contrario, appare tutt'ora in aumento. Tuttavia, il risparmio di cui si parla è solamente in minima parte destinato ai servizi che vengono trattati all'interno di questo elaborato. Citando il Rapporto della Consob, infatti *"Pianificazione e controllo delle scelte finanziarie (cosiddetto financial control) rimangono comportamenti poco diffusi presso le famiglie italiane. Nella gestione delle finanze personali, il 60% non segue una regola precisa mentre la quasi totalità del restante 40% decide definendo in modo sequenziale un obiettivo di spesa alla volta. Solo un terzo degli intervistati ha un piano finanziario e di questi poco meno del 40% ne monitora l'avanzamento in modo dettagliato, annotando le spese"*¹² (Consob, 2019). Questa tendenza può essere giustificata da diversi fattori che caratterizzano il panorama italiano. Tra le principali cause vi è sicuramente la scarsa educazione finanziaria che comporta, a sua volta, l'attitudine ad assumere comportamenti distorti nelle fasi di *budgeting*, pianificazione, risparmio, investimento ed indebitamento. Importanti considerazioni a riguardo sono state analizzate nella teoria del *"Mental Accounting"* proposta da Thaler¹³; si tratta di un particolare effetto riscontrato nei comportamenti umani nella valutazione di beni che si divide nei cosiddetti *"Endowment Effect"*¹⁴ e *"Sunk Cost Effect"*¹⁵. L'eventuale analisi di questi fenomeni non è scopo di questo elaborato, ma le conseguenze che ne derivano possono aiutare a spiegare aspetti controversi dell'attività di consulenza. Qualsiasi individuo, infatti, nella definizione del proprio processo di scelta esegue delle valutazioni che rientrano all'interno di quelli che Thaler denomina "conti mentali". La scarsa percezione del valore aggiunto dell'attività di consulenza finanziaria, che si denota in particolare a causa della sfiducia che permea il sistema, è il principale elemento radicante che limita la definitiva espansione del servizio. Ciò si denota dal fatto che, sempre secondo i dati raccolti dal Rapporto Consob 2019, la maggior parte delle decisioni di investimento vengono il più delle volte prese in autonomia dei singoli risparmiatori o con l'ausilio di amici o familiari.

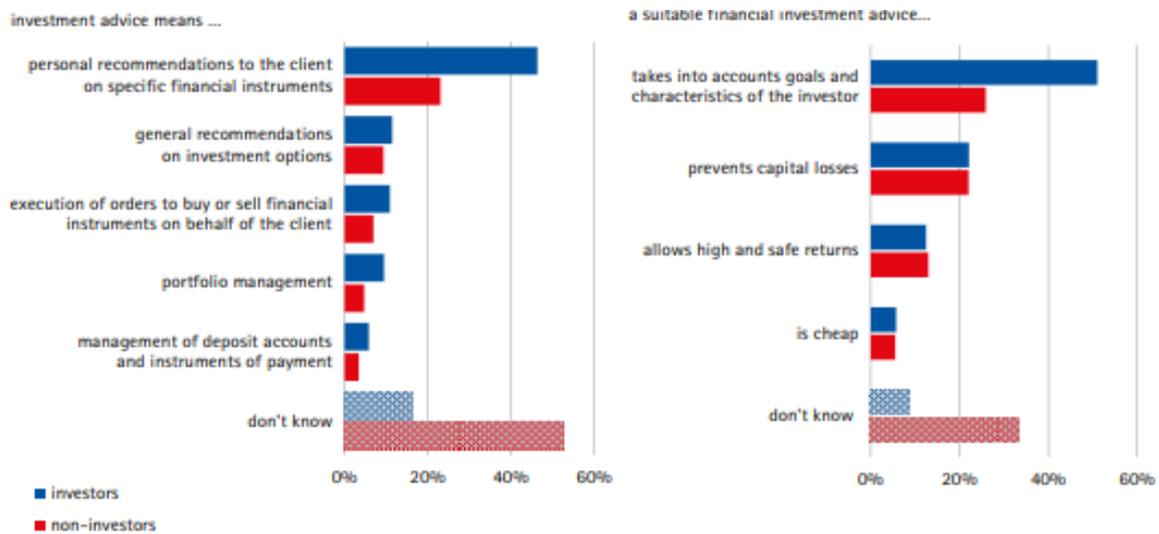
¹² Consob, *"Report on financial investments of Italian households - Behavioural attitudes and approaches"*, 2019

¹³ R. H. Thaler, "Mental accounting and consumer choice," *Marketing Science* 4, 1985.

¹⁴ Si tratta della tendenza delle persone a valutare ciò che già possiedono molto di più rispetto a ciò che non hanno.

¹⁵ È un concetto strettamente collegato con l'"*endowment effect*", in quanto gli individui continuano ad investire tempo e denaro su progetti già intrapresi nonostante gli scarsi risultati derivanti da questi.

Figura 1.1: Grafico sulla percezione della consulenza da parte dei risparmiatori. Fonte “Consob, figura 5.9, “*Report on financial investments of Italian households, Behavioural attitudes and approaches*””.



Inoltre, permane una forte incapacità di riconoscere i tratti distintivi del rapporto di consulenza, ed ecco spiegato il motivo del perché la remunerazione sia uno degli elementi che più impattano in modo negativo sul servizio. È ancora piuttosto rilevante la quota di investitori che considerano la consulenza come un’attività prestata gratuitamente, ai quali si aggiungono coloro che, nonostante l’assistenza di un esperto, mostrano una scarsa disponibilità ad adempiere alle prestazioni.

Uno dei metodi più diffusi tra i consulenti per cercare di valutare possibili asimmetrie nella percezione del valore del servizio prestato è quello di applicare l’equazione del “costo percepito”. Questa si struttura in un semplice confronto tra il prezzo pagato dall’investitore ed il valore percepito durante la relazione professionale. Tanto più il risultato si avvicina allo zero, tanto più si considera efficace l’apporto del consulente. Per far sì che il valore della raccomandazione ed il prezzo siano allineati sono percorribili due strade. La prima implica una pericolosa riduzione del prezzo, il che potrebbe causare una guerra al ribasso, dove a rimetterci sarebbero consulenti, società mandatarie e case prodotte. In questo modo però si andrebbe a colmare il *gap* sulla percezione di valore della consulenza che si tradurrebbe in un netto risparmio per il consumatore. La seconda alternativa, la più desiderabile ma allo stesso più difficile da attuare, riguarda l’aumento della percezione di valore. Da alcuni anni risulta ormai diffusa la tendenza dei consulenti di aumentare il proprio raggio operativo, il quale si basa anche su una componente comunicativa, aggiuntiva rispetto all’informazione periodica delle performance, ma soprattutto vede l’innesto di maggiori servizi. L’attività di consulenza tradizionale che si basa sulla creazione di portafogli finanziari su cui far confluire i risparmi

degli investitori, si sta evolvendo verso una modalità più complessa, che prevede al suo interno anche servizi di *wealth management*¹⁶.

Tuttavia, anche la proposta volta ad incrementare il valore percepito non si svincola da alcune problematiche. In particolare, non tutti i clienti che si rivolgono a consulenti necessitano di servizi ulteriori rispetto la mera *asset allocation*, ma soprattutto, all'aumentare della dotazione patrimoniale lasciata in gestione si dovrebbe presupporre una percezione del valore in modo proporzionale. In linea con le politiche di *pricing* tipicamente applicate dai consulenti infatti, il costo della consulenza è commisurato al valore degli *asset under management*. In altri termini, se si considera che una commissione periodica media è solitamente pari al 3,8% del patrimonio investito, tra un cliente che investe € 100.000 ed un cliente che investe € 1.000.000, si deve giustificare un valore differenziale di € 34.200 annui¹⁷. È pertanto intuibile come un tale aumento del valore non possa essere percepito oltre una determinata soglia, e nessun servizio aggiuntivo sia (attualmente) in grado di compensare una simile differenza.

Ciò che ne consegue è che, tra le problematiche dell'attività di consulenza, la politica di prezzo applicata è sicuramente uno degli aspetti più limitativi ed ostruttivi in un'ottica di lungo periodo. Sarebbe più opportuno ragionare in termini più strategici andando a modificare le logiche di *pricing* cercando di adattare i servizi offerti con costi differenti a seconda delle necessità di ogni singolo cliente.

Un ulteriore aspetto negativo legato all'attività di consulenza riguarda le tempistiche del servizio. Dal momento in cui il cliente viene approcciato, al momento di esecuzione dell'investimento, infatti, si susseguono diversi passaggi che rendono il processo particolarmente macchinoso. La prima fase comincia con l'incontro tra le parti, il quale si sostanzia in un appuntamento conoscitivo. Il cliente recupererà le informazioni legate alla tipologia di servizio, in particolare gli verranno consegnati una serie di documenti che il consulente è obbligato a fornire. Tra i vari, l'operatore dovrà presentare il "Documento Informativo sul Consulente Finanziario", il quale contiene le informazioni relative alla figura del consulente che presterà l'esercizio; ad esso si accompagnano poi l'informativa sui costi e sugli oneri relativi alla consulenza e degli strumenti finanziari raccomandati, nonché alle modalità di pagamento da parte del cliente. Nel caso in cui il cliente decida di procedere con l'investimento, questo documento dovrà essere periodicamente ripresentato, con cadenza minima annuale. A questi documenti saranno poi aggiunti una serie di informazioni supplementari relativamente a rischi finanziari generici, alla disciplina che gestisce i conflitti di interesse e un altro documento informativo su eventuali altre attività svolte dal consulente.

Le fasi successive portano invece alla definizione delle modalità di comunicazione tra consulente ed investitore e la definizione del profilo di rischio del cliente. A regime, sarà posta particolare attenzione all'invio della rendicontazione del servizio e la segnalazione periodica

¹⁶ Si tratta di un servizio che persegue l'obiettivo di gestire ed organizzare in modo efficiente la ricchezza ed il patrimonio dei clienti. L'orizzonte di lungo periodo che ne caratterizza le strategie si integra con l'attività di consulenza, in modo tale da massimizzare gli obiettivi di investimento o di spesa prefissati.

¹⁷ Il costo che pagherà il primo cliente sarà di €3800, mentre il secondo pagherà € 38.000.

delle performance. Per quanto riguarda invece la profilatura del rischio, questa è probabilmente la fase più delicata del processo di consulenza. Questa viene eseguita tramite la compilazione del Questionario MiFID, del quale si è parlato in precedenza. In questa fase, oltre alla definizione degli obiettivi e delle caratteristiche intrinseche dell'investitore, si ottengono le informazioni necessarie per poter successivamente classificare il soggetto in una delle categorie previste dalla disciplina. È indispensabile etichettare il cliente come investitore al dettaglio oppure professionale a causa delle diverse forme di tutela che possono essere fatte valere anche in sede giudiziale in caso di controversie. Questa serie di operazioni raramente viene affrontata in unico appuntamento, allungando così i tempi del servizio. Una volta definite le basi per un accordo sulle modalità di erogazione del servizio medesimo, viene redatto il contratto di consulenza in materia di investimenti.

Una volta terminata la fase informativa del processo si procede con quella operativa, durante la quale verranno definiti i criteri di investimento oggetto della raccomandazione. A questo punto il consulente procede all'attività di analisi, valutazione e gestione di un universo di strumenti e di titoli che avrà a disposizione. Questi, in base alla strategia implementata, verranno selezionati per poi confluire all'interno di un portafoglio. Quest'ultimo sarà quindi composto in modo tale da rispecchiare le esigenze ed il profilo di rischio dell'investitore. Periodicamente poi, il consulente dovrà monitorare e rivalutare gli *asset* selezionati ed eventualmente ribilanciare l'intero paniere.

Risulta evidente come il processo di consulenza richieda particolare attenzione e meticolosità nella definizione dei criteri di investimento. Ad oggi, nonostante l'ausilio di sofisticati software e dell'implementazione di modelli preimpostati per l'allocazione dei titoli, il processo risulta ancora lacunoso in termini di tempistiche operative. Il *timing*, a detta di molti addetti ai lavori, è uno dei fattori chiave per il successo dell'investimento. In un mondo dinamico e veloce come quello finanziario, ritardare l'entrata in certe posizioni anche solo di alcuni giorni può risultare deleterio in termini di performance e di rispetto del profilo di rischio dell'investitore.

A fronte di questi limiti sorgono inoltre quelli dovuti alla non piena razionalità dell'uomo. Negli ultimi anni particolare attenzione è stata posta proprio su questo aspetto di carattere psicologico, andando a verificare come la natura umana spesso sia in realtà in contrasto con molti degli assiomi fondanti della teoria economico-finanziaria. Non è infatti un caso che tra i più recenti Premi Nobel per l'economia ne siano stati assegnati in relazione a studi nel campo della cosiddetta finanza comportamentale e come quest'ultima sia sempre più considerata non solo in ambiti accademici ma anche negli ambienti professionali.

La complessa macchina umana è ancora oggi un oggetto particolarmente misterioso, in quanto gli impulsi emotivi spesso si svincolano dalle rigide regole che governano l'universo, e ci inducono a compiere scelte che non sempre si rivelano efficienti. La consulenza deve quindi implementare un valore aggiunto per l'analisi dell'investitore, in modo tale da proteggerlo dalle scelte che compie ma che allo stesso tempo possono risultare inadatte e dannose. Il prossimo paragrafo sarà perciò dedicato all'approfondimento di alcune tra le tematiche principali della finanza comportamentale, in quanto strettamente correlate con l'attività prestata dai consulenti.

1.3 LA FINANZA COMPORTAMENTALE, CENNI SU POSSIBILI FATTORI DI RISCHIO NELL'ATTIVITÀ DI CONSULENZA

“[L'economia comportamentale è una] branca dell'economia che, a partire dall'analisi sperimentale e impiegando concetti tratti dalla psicologia, elabora modelli di comportamento alternativi rispetto a quelli formulati dalla teoria economica standard”¹⁸.

L'economia è una particolare materia che, come la maggior parte delle discipline scientifiche, si sviluppa parallelamente su due aspetti: teoria ed evidenza empirica. Contrariamente però a quanto avviene in altri settori, dove la teoria viene utilizzata al fine di spiegare la pratica, e la pratica per affinare la teoria, in ambito economico spesso questo trade-off non viene rispettato: “... si corrono seri rischi nel fare troppo affidamento (...) su tali modelli, in quanto affrontano solo problemi a cui è possibile dare precise risposte scientifiche. Se si persegue troppo ostinatamente la precisione, si corre il rischio di perdersi in una meticolosità irrilevante”¹⁹ (Shiller, 2009).

Da qui il forte dibattito che divide il mondo economico-accademico in due fazioni fortemente contrapposte: la prima concerne coloro che sostengono la teoria classica, fondata su rigorosi principi logico-matematici che sposano il concetto di efficienza dei mercati; la seconda riguarda invece coloro che si allontanano da questa concezione metodologica della scienza, riconoscendo molteplici fattori che influenzano e condizionano le scelte di investitori e consumatori. Questi fattori riguardano spesso variabili particolarmente labili e difficili da comprendere che sfuggono dal controllo delle teorie normative, e vengono perciò trascurati dai modelli classici. È per questo motivo che negli ultimi anni, per cercare di dare risposte più convincenti e che potessero spiegare i numerosi *shock* vissuti dall'economia, è nata la branca della cosiddetta finanza comportamentale. Molti di coloro che hanno abbracciato tale disciplina non condividono l'ipotesi sottostante a tutti i modelli economici classici, i quali si fondano considerando l'astratta figura de l'*homo oeconomicus*. Con questa locuzione si vuole individuare un uomo in grado di compiere scelte efficienti e razionali, capace di estraniare sentimenti e percezioni per massimizzare l'utilità dei propri interessi individuali. Si sostiene invece che molte delle discrepanze tra teoria e realtà siano dovute appunto dai comportamenti spesso incoerenti che caratterizzano i processi decisionali assunti dagli agenti economici.

La nascita di questa branca dell'economia ha in realtà origini remote. Si può infatti attribuire ad *Adam Smith* una prima introduzione della materia. Con l'opera “*Teoria dei sentimenti morali*”, infatti, studia come i comportamenti individuali legati alla sfera delle azioni economiche siano limitati al proprio unico interesse. A ciò ne consegue una relativa inefficienza delle azioni dovuta alla contenuta capacità di ponderazione del processo decisionale umano. Altre illustri menti del passato come Pareto, Keynes, Fisher hanno gettato le basi per teorie e fondamenti dell'economia classica senza tralasciare la componente irrazionale umana. Si giunge però solamente nel 1979 con il lavoro svolto dagli psicologi D. Kahneman e A. Tversky alla definizione di un modello

¹⁸ Definizione di Belloc M. tratta da “Enciclopedia Treccani – Dizionario di economia e finanza”, Treccani, 2012.

¹⁹ R. J. Shiller, “Euforia irrazionale. Alti e bassi di Borsa”. Il Mulino, 2009, pp. 15-16.

di matrice economico-comportamentale. All'interno del lavoro da essi proposto si presenta con metodo empirico quali degli aspetti della Teoria classica dell'utilità attesa²⁰ non si adattano alla realtà socio-economica. Nel 1947 Von Neumann e Morgenstern, dimostrarono che le preferenze individuali soddisfano quattro assiomi:

- Completezza: un individuo è sempre in grado di esprimere una preferenza tra due beni, x_i, x_j o al più uno stato di indifferenza, tali che $x_i \succcurlyeq x_j, x_j \succcurlyeq x_i$ o $x_i \sim x_j$;
- Transitività: per ogni decisione tra x_i, x_j e x_h , se $x_i \succcurlyeq x_j$ e $x_j \succcurlyeq x_h$, allora $x_i \succcurlyeq x_h$;
- Proprietà di archimedicità: per ogni $x_h, x_i, x_j \in X$, tale che $x_h \succcurlyeq x_i \succcurlyeq x_j$, esistono delle probabilità α e β , tali per cui $x_h \alpha x_j \succcurlyeq x_i \succcurlyeq x_j \beta x_h$. Ciò implica le soluzioni esterne saranno sempre preferibili a quelle mediane;
- Proprietà di indipendenza, o sostituzione: per ogni $x_h, x_i, x_j \in X$, se $x_i \succcurlyeq x_j$ sarà anche vero che $x_i \beta x_h \succcurlyeq x_j \beta x_h$.

La principale scoperta introdotta da questi studi, però, mostra come i soggetti siano diversamente influenzati dall'accezione di rischio a seconda che il contesto sia nella parte destra (guadagni) o sinistra (perdite) del dominio della funzione di utilità. La *Prospect Theory*, l'approccio metodologico proposto da Kahnemann e Tversky, afferma infatti che i soggetti rimangono avversi al rischio in situazioni in cui il premio è positivo, ma dimostra un'inversione nell'ordine di preferenze quando il soggetto è di fronte ad un premio negativo, andando quindi in contrasto con gli assiomi della teoria dell'utilità classica.

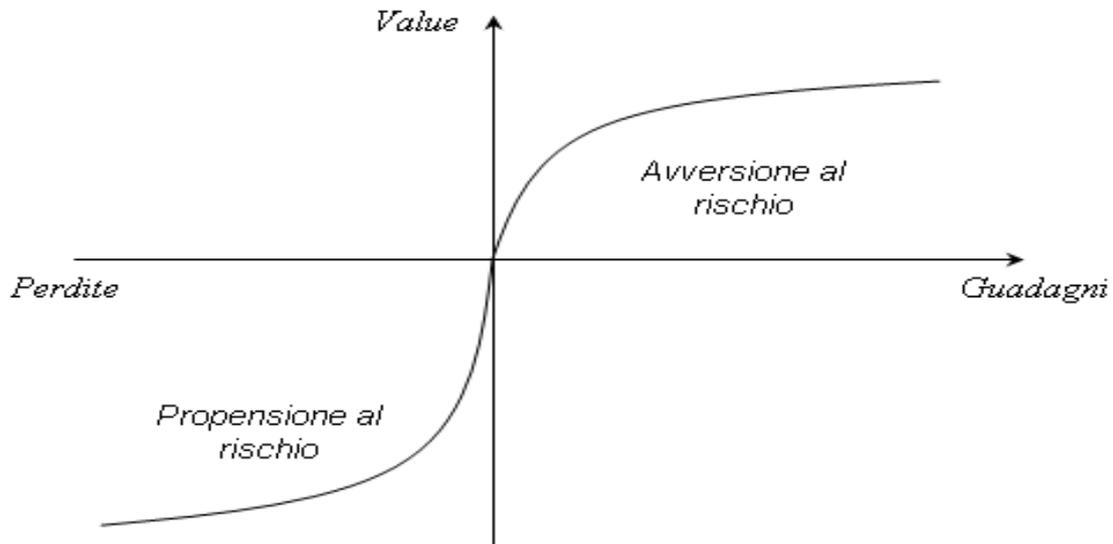
Questo risultato è frutto di una ricerca condotta fondandosi principalmente su tre elementi:

- L'effetto *framing*: si riscontrano esiti differenti a quesiti identici a seconda del contesto in cui l'individuo si trova ad operare, nonché a seconda della struttura con cui il problema viene formulato;
- Gli effetti certezza ed isolamento: si tratta di due effetti differenti che influenzano il processo decisionale degli individui. Il primo implica che gli individui sono spesso portati a preferire un evento ad esito certo piuttosto che uno aleatorio. Ciò si manifesta anche qualora l'esito certo sia caratterizzato da un valore finale inferiore rispetto all'esito a probabilità variabile. L'effetto isolamento si manifesta invece quando il processo decisionale riguarda un ampio numero di alternative caratterizzate da aleatorietà. Gli individui in questo caso sono portati a scomporre ogni singola variabile in un insieme di elementi in modo tale da poterli valutare individualmente e semplificare così l'intero processo;
- L'avversione alle perdite: si tratta probabilmente della scoperta più interessante in chiave economica. La *Prospect Theory* dimostra infatti che gli individui percepiscono in modo differente lo stesso importo a seconda che si manifesti sottoforma di perdita o di guadagno. Ciò vale a dire che per un individuo comune perdere € 10 comporta un dispiacere superiore

²⁰ Teoria dell'economia classica posta a fondamento di numerosissimi tra i principali teoremi di questo campo e della finanza.

rispetto al piacere provato di fronte ad un guadagno di € 10. Questo comportamento può essere riassunto dalla seguente figura.

Figura 1.2: Funzione di utilità secondo la *Prospect Theory*. Fonte: *Wikipedia*.



21

Dal grafico sopra riportato si riesce a cogliere in modo chiaro il diverso impatto che un guadagno ed una perdita dello stesso valore finale hanno ai fini della scelta del soggetto. Il risultato a cui sono giunti Kahneman e Tversky differisce dalla teoria dell'utilità attesa in quanto vengono incorporati all'interno di questo modello dei principi psicologici che questa stessa teoria non considerava. Nella *Prospect Theory*, all'interno della funzione di valore si traducono in forma matematica gli aspetti psicologici tipici della natura umana, i quali vengono poi associati con le caratteristiche proposte dalla Teoria dell'utilità attesa. Si ottiene in tal modo un modello coerente con la realtà empirica, il quale si converte in termini analitici attraverso l'utilizzo di parametri di ponderazione che rappresentano i pesi che l'individuo applica per la propria valutazione:

$$U(x) = \sum_{i=1}^n \pi(p_i)u(x_i)$$

dove:

- $u(x_i)$ sono le valutazioni dell'individuo dei possibili esiti;
- $\pi(p_i)$ è il fattore di ponderazione delle probabilità, in cui p_i è la probabilità che l'esito associato si manifesti.

²¹ Fonte figura: https://it.wikipedia.org/wiki/File:Prospecttheory_value.PNG#/media/File:Prospecttheory_value.PNG.

Quanto visto è stato accolto dal mondo accademico con non poche critiche, ma allo stesso tempo ha permesso ulteriori considerazioni ed ha sollecitato l'impulso per avviare nuove ricerche. Tra queste particolarmente interessante è quella condotta da Thaler e De Bondt relativamente al comportamento dei prezzi azionari. Negli anni '80 quando venivano mosse le prime critiche alle principali strategie di investimento adottate fino ad allora²², fecero un'importante scoperta. Essi, infatti, implementarono il concetto di "regressione verso la media", fenomeno studiato in diversi ambiti anche al di fuori dell'economia, ai rendimenti dei titoli presenti nei mercati finanziari. L'oggetto della loro ricerca sono state infatti le cosiddette azioni "di crescita" (*growth stock*) e le azioni "di valore" (*value stock*). Le prime sono quelle che presentano, secondo il metodo di investimento *à la Graham*, il rapporto P/E ²³ elevato, mentre le azioni di valore sono caratterizzate da P/E molto bassi. L'intuizione di Graham, che dimostrò in una riedizione del suo libro "*The Intelligent Investor*", era semplicemente investire in quei titoli che per una qualche ragione il mercato scontava nei termini di questo indice, operando esattamente come *contrarian*. L'approccio "*contrarian*" riguarda una particolare strategia di investimento applicata da alcuni investitori. Questi perseguono il raggiungimento di profitti attraverso la ricerca di titoli il cui prezzo differisce dal proprio valore reale. Si tratta perciò di valutare un titolo in modo opposto, contrario, rispetto all'opinione del mercato. Questa strategia può risultare piuttosto rischiosa, ma al tempo stesso comportare ingenti profitti, ed a questo sono dovute la sua notorietà e vasta diffusione. Si tratta di un'architettura strategica non complessa, ma che implicitamente rimanda a spiegazioni di carattere comportamentale. Partendo dal concetto di regressione in media, Thaler e De Bondt dimostrarono che, se il rapporto P/E è fortemente influenzato da reazioni eccessive caratterizzate da elevato ottimismo per P/E elevati, e da un marcato pessimismo per azioni con P/E molto bassi, allora nel lungo periodo i rendimenti delle azioni "peggiori" sovraperformano quelli delle azioni "migliori". Questo risultato diverge dall'ipotesi dei mercati efficienti, secondo il quale i prezzi delle azioni non divergono dal valore intrinseco²⁴ dell'azienda e pertanto non possono esistere prezzi a "buon mercato". In altre parole, il contrasto tra la teoria dei mercati efficienti, caposaldo dell'economia moderna, e le evidenze della realtà empirica sostenute da Thaler e De Bondt, pose i presupposti per verificare quale tra le due parti era in torto. Per questo motivo Thaler e De Bondt ampliarono i loro dati di ricerca e dai risultati ottenuti in seguito confermarono le proprie ipotesi²⁵.

Gli esiti ottenuti diedero il via ad una serie di ulteriori lavori da parte degli esperti del settore e si cominciò ad osservare con maggior interesse i fenomeni che si allontanano dalle caratteristiche dell'economia e della finanza "classiche". In particolare, ci si avvia alla considerazione che *sentiment* diffusi degli investitori sono in grado di influenzare i prezzi in

²² Lo studio condotto prende spunto da un testo critico di Dreman D. del 1982 riferendosi al "value investing approach" proposto dal guru della finanza Graham B. nel 1934.

²³ Indice di riferimento per l'analisi finanziaria di aziende. Il Price/Earning spiega quanto viene pagato ogni dollaro di utile. Pertanto, quanto più elevato è il valore dell'indice più c'è il rischio che il titolo sia sovrastimato, mentre più è basso il rapporto più il titolo rischia di essere sottostimato.

²⁴ Con valore intrinseco si intende una serie di fattori che influenzano il valore reale di un titolo (nel caso in esame) o di qualsiasi altro bene. Nella fase di analisi gli investitori ricercano e stimano questi elementi, come ad esempio il tasso potenziale di crescita dell'azienda, i risultati dei bilanci passati e così via. A seconda del risultato ottenuto al termine di questa fase verrà eseguito un paragone tra il valore intrinseco ed il prezzo di mercato, al fine di verificare se il titolo è sovra/sottovalutato.

²⁵ Pubblicarono nel "Journal of Finance" le scoperte ottenute.

modo non marginale. Questo però, oltre ad essere un aspetto completamente ignorato dalle teorie normative, implica tutta una serie di problemi legati all'irrazionalità, o non piena razionalità, che caratterizza l'uomo e le sue decisioni.

Si tratta di un argomento di particolare interesse per il lavoro che si sta affrontando in questo elaborato, in quanto i soggetti economici che si stanno analizzando non sono ovviamente degli *Econ*²⁶ (Thaler, 2015), ma allo stesso tempo si fidano ed implementano l'impianto teorico frutto dell'intensa ricerca accademica in questo settore. Il consulente nella prestazione del proprio servizio dovrebbe cercare di elidere queste asimmetrie attraverso il rapporto di fiducia che imbastisce con il cliente. Il problema di fondo è che spesso non ci si accorge di essere soggetti agli stessi limiti cognitivi che colpiscono gli altri soggetti; non è un caso infatti che spesso gli stessi consulenti facciano ricorso ad altri colleghi per la gestione dei propri risparmi.

Per cercare di eliminare efficacemente le distorsioni decisionali una soluzione proposta è quella di affidarsi alle macchine. Lo sviluppo tecnologico è giunto ormai non solo alla produzione di strumenti in grado di generare soluzioni in modo automatico a problemi che richiedono capacità computazionali particolarmente elevate, ma è stato anche possibile riprodurre sistemi che replicassero il ragionamento umano tramite dei veri e propri robot, la cosiddetta intelligenza artificiale.

Quest'ultima può quindi risultare un valido strumento per cercare quantomeno di limitare le inefficienze cognitive individuali creando sistemi di risoluzione svincolati dai paradigmi caratteriali e sentimentali che possono influenzare le scelte e le decisioni umane.

A tal riguardo si stanno infatti diffondendo sul mercato i cosiddetti Robo-Advisor, cioè degli algoritmi in grado di dialogare con possibili clienti e che sono in grado di definire in modo autonomo un profilo di rischio del soggetto analizzato e successivamente di proporgli una strategia di investimento che meglio si adatti alle proprie esigenze.

La rapida ascesa di queste macchine sta creando un'ulteriore spaccatura tra coloro che sostengono il loro potenziale e coloro che invece li considerano una minaccia per l'attività del consulente e per i risparmi degli investitori stessi. I dibattiti a riguardo saranno trattati in seguito, ciò che rimane di particolare interesse in questa sede è il fatto che esistano delle potenziali tecniche in grado di adottare soluzioni efficienti in linea con la teoria classica ed allo stesso tempo di evitare i rischi considerati dalla finanza comportamentale relativi ai limiti dell'uomo.

²⁶ Homo oeconomicus definiti da R. H. Thaler in "Misbehaving, la nascita dell'economia comportamentale" come soggetti ottimizzatori che non soffrono dei limiti cognitivi tipici degli "Human".

CAPITOLO 2

I ROBO ADVISORS

La stesura di questo capitolo sarà dedicata all'analisi approfondita del fenomeno del *Robo-Advisoring*. Più nello specifico, si farà riferimento al forte consenso che questi *player* stanno ottenendo nel mercato dell'investimento evidenziandone segmenti geografici e *target* clientelare. Successivamente, i *Robo-Advisors* saranno descritti da un punto di vista operativo analizzando le attività che sono preposti ad eseguire, nonché il grado di automazione che queste prevedono. Verrà, infine, delineato il modo in cui il legislatore si appropria a questa innovazione tecnologica e metodologica di fare consulenza, presentandone un confronto con l'attività del consulente tradizionale.

2.1 I ROBO ADVISORS, DOVE E PERCHÈ

Il mondo finanziario sta subendo negli ultimi anni dei grandi mutamenti. Un insieme di fattori di carattere ambientale e l'inserimento di nuovi attori stanno portando ad una forte variazione dello scenario tradizionale dell'attività finanziaria. Da un primo punto di vista infatti, se si prende in esame lo sviluppo tecnologico che ha contrassegnato lo scorso secolo, è immediato osservare come molti strumenti tipici del campo informatico siano stati importati in attività come la consulenza. L'introduzione dei computer e, soprattutto, di internet rendono quasi impossibile ad oggi immaginare di svolgere manualmente alcune delle fasi tipiche del lavoro del consulente, come per esempio l'attività di valutazione e composizione di portafogli. Esistono ormai da diversi anni software con capacità computazionali particolarmente elevate in grado di analizzare ed elaborare una molteplicità di dati e di fornire risultati precisi in tempi ridotti. È anche grazie a questi strumenti che la gamma dei prodotti finanziari si è ampliata, portando ad una loro più elaborata e complessa struttura.

A tutto ciò si aggiunge anche il fattore tecnologico che caratterizza la rete comunicativa, la quale attraverso l'utilizzo di smartphone, tablet e PC ha reso lo scambio di informazioni rapido, sicuro ed a basso costo. Questo ha permesso ai *player* di mercato di incrementare il numero di transizioni raggiungendo un volume di affari ed una capitalizzazione di mercato immensi, con un valore che si aggira attorno ai 60mila miliardi di dollari²⁷.

Come tutte le innovazioni anche questa forte crescita è accompagnata dai suoi pro ed i suoi contro. L'ultimo decennio infatti è stato caratterizzato da due forti crisi il cui strascico continua a percepirsi tutt'ora. Nel 2008 prima, con lo scoppio della bolla immobiliare, e nel 2012 poi, con la crisi del debito sovrano, le economie dei vari paesi industrializzati hanno subito un forte ridimensionamento ed i tassi di crescita rimangono ancora oggi molto bassi. Tra le cause di

²⁷ Fonte "*Il Sole 24 Ore*", aggiornato al 05 gennaio 2019.

questi eventi negativi se ne possono individuare alcune di sicura matrice finanziaria. La diffusione tra il pubblico di prodotti altamente rischiosi e difficili da valutare e la miopia della maggior parte degli investitori, sostenuta da un eccesso di *overconfidence* nelle proprie capacità, hanno determinato un grande inceppo della macchina finanziaria, che ha portato al fallimento di grandi società come Lehman Brothers e Bear Stearns.

I rapidi cambiamenti che ha subito il settore in quegli anni hanno indotto la nascita di nuove esigenze da parte dei diversi attori. Vi era infatti la necessità da parte del legislatore di porre rimedio a lacune particolarmente pericolose vista la portata e la delicatezza della materia. D'altra parte, vi erano i correntisti degli istituti di credito, sentitisi minacciati dal rischio di veder persi i risparmi di una vita a causa dell'instabilità di questi enti. Infine, vi erano gli investitori i quali si dividevano tra "vincitori e vinti", coloro che riuscirono a cavalcare l'onda della crisi e chi invece rimase completamente sprofondato in seguito allo scoppio della bolla.

Ed ecco allora che, l'insieme di questi elementi e di altri fattori secondari portarono ad una crisi non solo in termini economici, ma anche sociali. La perdita di fiducia nel sistema economico-finanziario e la forte digitalizzazione del settore hanno quindi favorito la nascita e la comparsa nel mercato di nuovi *players*, oggi conosciuti come *Robo-Advisors*. Il triennio che va dal 2008 al 2010 segna il periodo di primo insediamento di questi servizi con le offerte da parte di grandi colossi finanziari già operanti nel mercato e da imprese di nuova costituzione, come per esempio *Betterment*. Il decennio successivo è stato invece caratterizzato da una rapida espansione sia in termini di numerosità di questi soggetti, sia in termini di *asset under management*; le analisi di previsione su questo settore parlano di uno sviluppo ancora più intenso dal 2020 in poi, in linea con la crescente richiesta di questi servizi da parte degli investitori. La domanda tuttavia non è ugualmente distribuita, né in termini geografici e nemmeno anagrafici. Le caratteristiche della popolazione interessata a questo genere di attività sono fortemente eterogenee a livello globale e per questo motivo anche l'offerta risulta subire l'influenza del mercato a cui si riferisce. L'esito che ne deriva è di numerose proposte differenziate.

Per citare un po' di numeri, il mercato USA è senza alcun dubbio quello che ha raggiunto il maggior sviluppo, include infatti un volume d'affari in termini di attività gestite di \$ 1.5 Trilioni. Non è di per sé un caso se il fenomeno del *Robo-Advisoring* nasce proprio negli USA. Gli Stati Uniti da sempre si contraddistinguono per essere principali innovatori e pionieri nella creazione di nuove tecnologie e tecniche operative. La grande quantità di scambi effettuati nel mercato mobiliare ha spinto molti investitori a sperimentare questa nuova proposta, suscitando un interesse di carattere generale attorno a questi strumenti. Dal 2008, quando nasceva *Betterment*, ad oggi, si sono sviluppati più di un centinaio di nuovi sistemi di gestione di investimenti automatizzati, alcuni indipendenti, altri sviluppati o assorbiti dai grandi colossi finanziari. Sebbene ciascuno di essi operi con capacità e, soprattutto, costi differenti, è chiaro l'impulso e la tendenza ad investire con sempre più consapevolezza tramite questi servizi. A questo si deve la rapida espansione in termini di utenza e di *asset* gestiti dai RAs, nonché la diffusione anche in Asia e nel Vecchio Continente.

L'Asia si posiziona al secondo posto grazie, in particolare, alla forte crescita della domanda di questo servizio in Cina, dove vengono gestiti all'incirca \$ 350 Miliardi. Il forte sviluppo della classe media anche in questo continente, che fino a qualche decade fa era contraddistinto da una netta separazione tra ricchi e poveri, ha segnato l'impulso alla recente diffusione del servizio di *Robo-Advisoring*. In Cina, la popolazione caratterizzata da un medio reddito sta rapidamente avanzando in termini di numerosità e, di conseguenza, di consumi. Nonostante la bassa disponibilità di risorse liquide pro capite, l'elevata densità della popolazione cinese ha fatto sì che i RAs assorbissero un prominente numero di risparmi, trasformatesi poi in *asset under management*. La conseguenza logica di una tale convergenza ha portato anche *competitor* esteri ad avvicinarsi al mercato cinese. Un esempio, a riguardo, risulta essere il recente accordo di collaborazione tra il colosso americano *Vanguard* e *Ant Financial Services Group*²⁸ che prenderà il via nei primi mesi del 2020. Altri importanti RAs asiatici si sono sviluppati in Giappone, Singapore e India. Uno studio condotto proprio in una regione indiana ha mostrato come la grande diffusione dei RAs sia dovuta da un impatto non solo economico ma anche sociale²⁹ (Rasiwala et al., 2018). La struttura di questi servizi viene infatti impostata in modo tale da indurre nei consumatori una sorta di percezione di trasparenza e di correzione delle asimmetrie informative che possono sorgere durante queste attività. Si viene così a creare un clima di rinnovata fiducia, il quale segna appunto la chiave del successo dei RAs in questo Paese.

Per quanto riguarda l'Europa invece, essa presenta un mercato più segmentato, trainato principalmente da Regno Unito e Germania che offrono il maggior numero di servizi di RAs. Complessivamente il mercato europeo, infatti, affida alla consulenza automatizzata "solamente" \$ 50 Miliardi. *Nutmeg* rappresenta il leader di mercato in Europa, distanziando di parecchio (in termini di *asset under management*) la tedesca *Scalable Capital* e l'italiana *Moneyfarm*. L'elevato differenziale che caratterizza *Nutmeg* rispetto agli altri competitor europei deriva dalla maggiore educazione finanziaria tipica degli investitori anglosassoni. L'approccio con le nuove tecnologie del Fintech è stato molto più dinamico all'interno di questo mercato piuttosto che nel resto d'Europa, dove tutt'ora la quota di attività gestite da RAs rimane mediamente inferiore rispetto a USA ed Asia. Le analisi previsionali del settore mostrano ad ogni modo una costante crescita in termini di utenza e di dimensioni del business. Il legislatore stesso, attraverso l'introduzione di nuove norme e *soft-law*³⁰, sta decisamente favorendo la diffusione di questi servizi a livello comunitario.

Anche nel resto dei continenti, con ovvia esclusione dell'Antartide, il fenomeno del *Robo-Advisoring* è presente, sebbene non con le stesse dimensioni di quelli sopra citati. Problemi socio-economici che accomunano Africa e Sud America sono le cause principali di arretratezza e sottosviluppo tecnologico, i quali sono sicuramente fattori che hanno inciso su una minor diffusione dei RAs in queste zone. Tuttavia, non è da escludere che, l'espansione prevista per il 2020 e gli anni a venire, riesca a contagiare anche quei paesi africani e sudamericani più

²⁸ Robo-Advisor sviluppato da Ant, startup finanziaria, scorporatesi dal gruppo Alibaba di Jack Ma nel 2011.

²⁹ F. Rasiwala, B. Kohli, 2018, "A study on awareness and perception of Robo Advisory services among investors in Pune City", SSRN-Elsevier.

³⁰ È un'espressione di matrice comunitaria utilizzata a livello giuridico per trattare argomenti economici e politici e relativi ai rapporti tra i diversi Stati dell'Unione Europea. Viene impiegata per definire degli aspetti non direttamente e giurisdizionalmente vincolanti.

sviluppati. Dopotutto, le caratteristiche tipiche di un RAs sono conciliabili con i principi e le esigenze anche di risparmiatori dotati di minori disponibilità finanziarie e cultura finanziaria.

La prospettiva che ci si appresta ad affrontare nei prossimi anni prevede un mercato sempre più dinamico e competitivo. La digitalizzazione dell'intero settore finanziario è un passo che ad oggi sembra essere sempre più necessario per soddisfare anche le esigenze di investitori appartenenti a ceti medio-bassi, oltre a quelle di target più sofisticati e zelanti di innovazioni. Nei prossimi paragrafi del capitolo verrà affrontata questa tematica in modo approfondito per capire in che modo operano i RAs ed in che modo riescono a creare valore per gli investitori.

2.2 STRUTTURA ED ASPETTI OPERATIVI DEI CONSULENTI AUTOMATIZZATI

Come può suggerire la parola stessa, con Robo-Advisor si intende un particolare strumento che permette di sfruttare un servizio di consulenza finanziaria senza la concreta presenza di un consulente. Si tratta infatti di una proposta che avviene totalmente in modo digitalizzato, dove il cliente comunica direttamente con un algoritmo preposto al raccoglimento ed all'elaborazione delle informazioni che gli vengono fornite. Successivamente sarà formulata una proposta di investimento in base alle esigenze ed ai dati caratterizzanti ogni singolo investitore.

La comparsa di questi nuovi servizi di consulenza finanziaria automatizzata ha portato inizialmente a pareri contrastanti. I possibili cambiamenti provocati dal fenomeno della Robo-Advisory sono stati percepiti da coloro che già operavano all'interno del settore della consulenza come vere e proprie minacce. Lo scenario post crisi e questi nuovi sistemi all'avanguardia minavano seriamente l'operatività e la credibilità dei consulenti tradizionali tanto da essere percepiti come servizi tra loro sostituibili. I RAs nascono infatti come offerte per la ricerca di soluzioni ottimali nell'ambito del *wealth management*, e la digitalizzazione a cui sono soggetti permette di proporre tali servizi a costi particolarmente competitivi.

In realtà, con lo sviluppo ed il miglioramento dei software e degli algoritmi, essi sono passati ad essere vere e proprie opportunità per i consulenti, tanto che sono nate branche del Robo-Advisoring che lo dividono su più livelli. Il grado di automazione del processo di consulenza, infatti, ha generato nuovi servizi a diverso valore aggiunto ed a costo differente, a seconda della presenza o meno di *feedback* umani. Si possono pertanto classificare almeno tre livelli di automatizzazione del servizio:

- *robo-for-human-advisor*. Si tratta di una tipologia di consulenza dove la tecnologia è utilizzata interamente dal consulente umano. Egli infatti, dispone di strumenti informatici in modo tale da migliorare la gestione della propria clientela, in termini di *asset allocation* e di profilatura del rischio. In altre parole, ciò che accade è un mero utilizzo di software che operano alla ricerca di *alert* quando determinate *asset class* non risultano più in linea con il profilo di rischio del cliente. Questo può migliorare l'efficienza della consulenza e rendere il processo di monitoraggio più semplice. Tuttavia, non si tratta di un vero approccio alla forma robotizzata, in quanto il rapporto sarà gestito interamente tramite il canale "*face-to-face*". L'incontro tra domanda ed offerta continua a manifestarsi nelle sedi fisiche dove opera una delle controparti, oltre che telematicamente. Questo genere di servizio è tipicamente offerto per le gestioni *business-to-business* (B2B), dove il cliente è un'impresa o altro ente con personalità giuridica. L'oggetto della relazione è infatti la gestione di parte del patrimonio dell'organizzazione, il quale è svincolato da quello personale dei soggetti proprietari. Queste fattispecie si caratterizzano per l'elevata portata della quantità e delle somme gestite nell'erogazione del servizio;
- *hybrid-robo-advisor*. Sotto questo aspetto, in base al grado di interazione umana sono riscontrabili diverse tipologie di RAs. Si tratta ad ogni modo della tipologia di piattaforma

più diffusa ed implica una forte riduzione del contatto diretto tra consulente e cliente, o potenziale tale. In questo caso infatti viene implementato il canale informatico, attraverso il quale la clientela fornisce le informazioni che il robot elabora per il successivo intervento del consulente umano. È infatti possibile che l'automazione si limiti alla creazione del profilo di rischio il quale verrà poi utilizzato per selezionare i più idonei strumenti che il consulente ha a disposizione. L'interazione umana può avvenire anche unicamente durante il processo avviato dal robot, qualora il cliente necessiti chiarimenti può infatti contattare telefonicamente il consulente oppure recarsi presso la sede. L'approccio descritto viene di solito utilizzato per relazioni *business-to-consumer* (B2C), dove il cliente è una persona fisica. In questi specifici contesti la relazione avviene per la gestione di patrimoni solitamente più contenuti rispetto al caso B2B, in quanto relativi a patrimoni personali;

- *pure- robo-advisor*. La terza tipologia di RAs che viene analizzata riguarda i processi caratterizzati da totale automazione del *player*. In questo caso infatti non avviene alcuna interazione tra il cliente ed il consulente umano, le comunicazioni che avvengono sono il più delle volte gestite da particolari *chatbot*³¹. Questi servizi si differenziano da quelli sopra citati grazie ad offerte a costo più basso e richiedono investimenti minimi iniziali ad importo contenuto. L'assenza di un'interazione umana permette infatti di ridurre le spese senza compromettere tuttavia la bontà dell'operazione, in quanto il profilo del cliente sarà indirizzato ad *asset allocation* già impostate per ciascun livello di rischio. Anche in questo caso l'offerta è rivolta soprattutto alle gestioni B2C.

Nonostante i differenti livelli di automazione dei processi di consulenza, è oramai diffusa l'integrazione dell'aspetto umano con quello informatico. Le percezioni che inizialmente vedevano l'attività del consulente minacciata dal servizio proposto dai RAs, stanno lentamente invertendosi verso una visione complementare del fenomeno. In questo modo, è infatti possibile offrire un servizio ad elevato valore aggiunto ed allo stesso tempo che consente di mantenere i costi ad un livello concorrenziale, permettendo così di raggiungere anche i *target* di clienti appartenenti ai ceti medio-bassi.

2.2.1 La struttura e la strategia di implementazione del Robo-Advisor

Tralasciando la categoria dei "*robo-for-human advisor*", la cui consulenza si sostanzia in contatti personali, qualsiasi piattaforma di RA è composta da due *layer*, il *front layer* e l'*asset management layer*. Il primo riguarda essenzialmente l'interfaccia con cui l'utente finale entra in contatto con il robot. È pertanto il processo che recepisce e trasferisce le informazioni e le esigenze del cliente. Queste saranno in un secondo momento raccolte dal *layer* di *asset management*, il quale ha il compito di elaborare una soluzione finanziaria specifica per l'investitore.

³¹ Chiamati anche chatbox, si tratta di algoritmi impostati per simulare conversazioni reali tra macchina e persone.

I produttori di RAs hanno concentrato fino ad oggi maggiori sforzi nello sviluppo della composizione del *front layer*. Questo perché, anche per ragioni commerciali e di marketing, riguarda il primo contatto tra azienda e cliente che sostituisce quello che di norma viene eseguito dal consulente. Ciò nonostante, l'efficacia di questi innovativi sistemi di gestione patrimoniale e la concreta efficienza dei risultati dipendono principalmente dalla tipologia di *asset management* impiegata. In altre parole, dal momento che il successo iniziale è dovuto soprattutto dalla novità del prodotto e dalla capacità del distributore di farlo conoscere al mercato, è necessario che sia implementato un buon modello di *business* che garantisca risultati solidi per garantire la continuità del rapporto con la clientela.

In base a ciò, vengono implementate due principali strategie: la prima prevede una *clusterizzazione* della clientela. Questo significa che i parametri caratterizzanti ciascun cliente vengono raggruppati all'interno di classi che contengono i profili di clienti tra loro simili. Esse vengono successivamente trasmesse ad un comitato di gestione umano, composto da *asset manager*, *risk manager*, *compliance* ed ulteriori segmenti, i quali procedono alla composizione di portafogli in linea con i dati raccolti dal *layer* precedente. Usufruire dell'intervento umano può portare un vantaggio in termini di performance qualora sia in grado di percepire *sentiment*³² di mercato che il robot non può altrimenti intuire. D'altra parte, però, se si considera l'elevato numero di dati ricavati dall'interfaccia del primo *layer*, bisogna tener presente come essi vengano raggruppati in un limitato numero di classi. La conseguenza logica che si manifesta è relativa ad una sorta di depersonalizzazione dell'offerta in quanto si passa da una soluzione "tailor made" per il cliente, ad una "tailor made" per il segmento a cui appartiene.

La seconda strategia si fonda invece su modelli completamente quantitativi, i quali sono in grado di raccogliere ed analizzare in modo raffinato una quantità maggiore di dati rispetto all'approccio precedente. Seguendo questa strada è infatti possibile integrare i due *layer* e di conseguenza elaborare direttamente parametrizzazioni per le informazioni fornite dal cliente. Questa soluzione, tuttavia, se confrontata con le performance ottenute con il primo approccio mostra dei risultati peggiori (Ban et al., 2017)³³, e questo è dovuto almeno da due fattori principali. Un primo problema può riscontrarsi sulla modellazione dello strumento di *asset allocation*. La finanza tradizionale, infatti, si fonda sull'applicazione di modelli teorici che non sempre rispecchiano le reali dinamiche di mercato e possono pertanto comprendere elementi di rischio indesiderati. Implementare questi modelli all'interno di algoritmi automatici rende pericolosa l'applicazione alla selezione ed alla gestione di portafogli reali soprattutto per quanto riguarda la fase di monitoraggio. La sensibilità di un robot è di per sé inferiore rispetto a quella di un umano, il quale percepisce non solo gli *alert* di mercato, ma anche le opinioni ed i *sentiment* di collaboratori e colleghi. Questo implica che in momenti di flessione generale dei rendimenti è difficile che la macchina riesca ad anticipare la fase negativa, a meno che non vi sia un'opera di correzione di un consulente reale. Si può quindi considerare un secondo elemento

³² Si intendono una serie di percezioni psicologiche che si diffondono tra il pubblico degli investitori e che sono in grado di caratterizzare determinate tendenze di mercato anche qualora non vi siano evidenti segni derivante dall'analisi dei fondamentali dei titoli.

³³ L. Bao, Y. Hanxi, J. Yang, Y. Wei, 2017, "How Robo-Advisors Manage Investment Portfolios", Cutter Business Technology Journal, pp. 14-20.

di rischio, il quale è strettamente legato con quanto appena detto. A prescindere dal modello di ottimizzazione implementato, sia esso derivante da modelli di portafoglio, piuttosto che da *trading system*, l'adattamento dell'allocazione degli *asset* comporta forte instabilità. L'efficacia del portafoglio dipende non solo dalla composizione iniziale ma anche dal contributo in fase di ribilanciamento. Questo processo è fortemente influenzato dalle dinamiche strutturali del RA, pertanto, migliore è il modello di adattamento alla reale distribuzione dei prezzi, minori saranno le correzioni da apportare.

Nella seguente tabella si riportano in modo schematico e riassuntivo le caratteristiche tipiche delle piattaforme di Robo-Advisory.

Tabella 2.1: *Panoramica delle caratteristiche dei RAs.*

Robo-Advisors		IBRIDO	QUANTITATIVO
FRONT LAYER	INTERFACCIA	Assistenza online o telefonica	Chatbox, assistenza online o telefonica
	INFORMAZIONI SU Ras	Pagina web e condizioni d'uso	Pagina web e condizioni d'uso
	INFORMAZIONI CLIENTE	Questionario ed informazioni pregresse	Questionario ed informazioni pregresse
ASSET MANAGEMENT LAYER			
	PARAMETRIZZAZIONE CLIENTELA	CLUSTERING, ciò implica l'inserimento in un predeterminato numero di classi	Alta personalizzazione grazie ad una capacità computazionale più elevata
	ASSET MANAGER	Umano	Robot
	ASSET CLASS	Universo investibile/asset in-house	Universo investibile/asset in-house
	RIBILANCIAMENTO ED AGGIUSTAMENTO	Ottimizzazione lenta alle dinamiche di mercato	Trading System, implicano spostamenti repentini anche a lievi variazioni
	RISULTATI	Alto valore aggiunto grazie alla competenza dell'Asset Manager umano che riesce a captare l'andamento del mercato	Minore valore aggiunto causato da una sensibilità inferiore ai cambiamenti di mercato

Ulteriori elementi che possono incidere negativamente sulla percezione dell'utilizzo di questi servizi si possono riscontrare specificamente in ciascun RAs. L'utilizzo soggettivo della piattaforma può infatti adattarsi in modo più o meno efficace alle esigenze del cliente, per il quale è infatti consigliabile una preventiva ricerca informativa relativamente le diverse offerte presenti sul mercato.

2.2.2 Potenzialità e limiti dell'intelligenza artificiale nell'attività di consulenza

Una volta presentati i principali limiti dell'offerta del servizio di Robo-Advisory, è necessario evidenziare anche quegli elementi che giustificano la forte diffusione raggiunta negli ultimi anni.

All'interno del primo capitolo si era posta l'attenzione riguardo ad aspetti di carattere psicologico e cognitivo che influenzano il consulente nel compimento delle proprie azioni. Più specificatamente, si sono richiamati alcuni principi che contrastano la teoria economica classica, in quanto si prende coscienza del fatto che l'*homo oeconomicus* è semplicemente frutto di un costruito teorico per far funzionare modelli ideali. I progressi scientifici in ambito informatico hanno consentito agli sviluppatori di programmare macchine in grado di replicare il processo comportamentale e di ragionamento tipico dell'uomo. La branca dell'intelligenza artificiale (IA), da cui nascono queste ricerche, si è evoluta in modo considerevole negli ultimi decenni, tanto da comportare dibattiti etici relativamente al suo utilizzo. Possibili minacce non sono infatti da escludersi, come sostiene una tra gli imprenditori più brillanti dei giorni nostri, Elon Musk, il quale si sbilanciò con un commento su *Twitter* definendo l'IA come "potenzialmente più pericolosa del nucleare"³⁴.

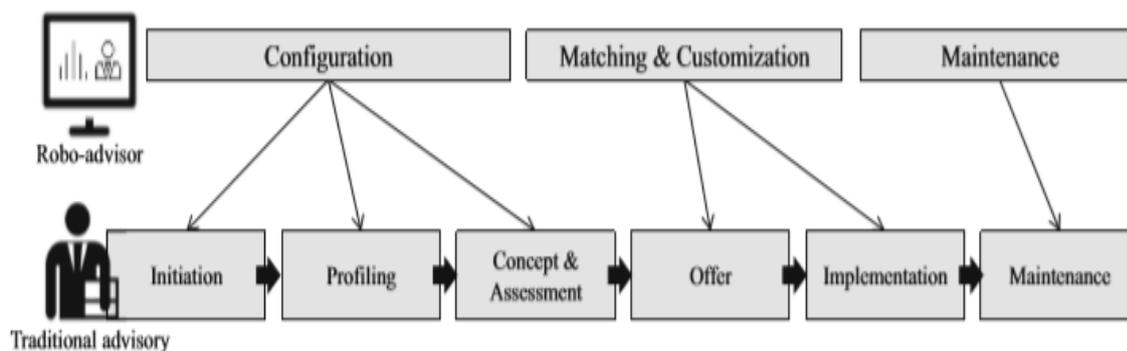
In ambito finanziario, l'implementazione di algoritmi in sistemi di IA ha permesso di originare complessi strumenti capaci di "ragionare" ed agire razionalmente. Applicando a questi cervelli artificiali input per operare come risolutori e ottimizzatori di portafoglio si sono generati i Robo-Advisors. La motivazione che supporta la bontà dell'utilizzo di questi strumenti riguarda il fatto che sono completamente sdoganati dall'irrazionalità dell'uomo. Implementando nel loro processo risolutivo modelli tradizionali della finanza, è infatti possibile rendere il ragionamento del RA equivalente a quello di un Econ, svincolandolo dai limiti cognitivi dello Human. Si permette così di instaurare un rapporto con il cliente, con tanto di domande e risposte in modo del tutto interattivo, i cui input saranno immagazzinati come informazioni utili per la profilazione del consumatore.

Il processo operativo del RA segue delle fasi analoghe a quelle viste con l'attività del consulente tradizionale. Il rapporto, infatti, nasce nell'istante in cui il cliente visita il sito del RA dove entra in contatto con tutte le informazioni necessarie per avviare il servizio. In caso di eventuali dubbi o necessari chiarimenti, nella maggior parte dei casi sono disponibili delle *chatbot* dove il robot è in grado di dialogare direttamente senza dover attendere l'ausilio di altri operatori. In altri casi invece, sono previsti numero verde o e-mail per l'assistenza al cliente 24/7. Uno dei principali vantaggi offerti dal Robo-Advisoring riguarda l'apertura all'intero pubblico degli investitori, ai quali è richiesta la semplice registrazione. Non vengono infatti eseguite scremature o selezioni della clientela, in quanto ciascun soggetto verrà qualificato in modo autonomo. Gli unici requisiti che verranno richiesti riguardano il compimento della maggiore età ed un importo minimo per l'investimento, il quale il più delle volte è limitato a qualche centinaio di euro.

³⁴ Musk E., Post su *Twitter* del 02/08/2014.

Una volta ottenute le informazioni indispensabili per avviare il progetto di investimento, sarà il cliente a rendere disponibili i propri dati, affinché il robot elabori la strategia più affine al suo profilo di rischio. Questa fase viene chiamata “configurazione” (Jung et al. 2018) ed è la prima di un processo che si articola in tre momenti successivi. La figura seguente ne illustra un rapido riassunto.

Figura 2.1: Le fasi del processo di consulenza. Fonte Jung et al. 2018.



35

Come si può notare dalla figura sopra, la prima fase che il RA adempie ingloba tre momenti separati della consulenza tradizionale. Questo permette un risparmio metodico di tempo, nonché di costo, in quanto per un consulente umano possono occorrere più appuntamenti per la definizione dei vari processi. Oltre all’interazione iniziale, in questa fase vengono definiti gli obiettivi e le preferenze di investimento attraverso la fornitura delle informazioni per la profilazione del cliente e la compilazione del questionario per definire l’attitudine al rischio.

La fase successiva di “*Matching & Customization*” è quella affine all’attività di *asset allocation*. Come visto in precedenza, vi sono due metodi alternativi di implementazione di questa strategia, a seconda che sia previsto o meno l’intervento dell’uomo. Ad ogni modo, ciò che viene effettuato riguarda l’elaborazione quantitativa dei dati ricavati precedentemente al fine di adempiere all’attività di selezione di quei titoli ottimizzanti i parametri ed i vincoli impostati. Viene così predisposto un progetto di investimento personalizzato che rispetta non solo gli aspetti quantitativi implementati nell’algoritmo, ma anche le caratteristiche soggettive del singolo cliente, grazie all’implementazione delle informazioni fornite. Quest’ultime possono essere direttamente esaminate dal robot, o alternativamente analizzate dal consulente umano il quale andrà a modificare la proposta effettuata dal RA. Si tratta in ogni caso del risultato principale dell’attività di consulenza, sia essa automatizzata che tradizionale, in quanto da qui vengono generati gli esiti e le performance del portafoglio investito.

Per quanto riguarda la terza ed ultima fase, il cosiddetto “mantenimento”, anch’essa è strettamente correlata con quanto impostato durante il passo precedente. Il rapporto che viene

³⁵ V. Dorner, F. Glaser, D. Jung, S. Morana, 2018, “*Robo-Advisory Digitalization and Automation of Financial Advisory*”, Springer Nature, pp. 81–86.

intrapreso, infatti, dev'essere instaurato in un'ottica di medio-lungo periodo, affinché la strategia implementata produca gli obiettivi richiesti. Per questo motivo, una volta avviato il progetto di investimento, esso dovrà essere costantemente monitorato. Periodicamente poi, il robot o il consulente, a seconda della fattispecie, se rileva una forte discrepanza tra i concreti obiettivi del cliente e i risultati che il portafoglio sta conseguendo, dovrà intervenire e modificare l'allocazione. Si tratta di un passaggio particolarmente delicato, in quanto bisognerà verificare in che misura i cambiamenti di mercato, e/o le eventuali variazioni degli obiettivi, comportino un portafoglio diverso da quello inizialmente proposto. Se l'asimmetria tra il portafoglio in essere e l'obiettivo del cliente è significativa, allora sarà predisposta una strategia di ribilanciamento o di modifica degli *asset* che costituiscono il portafoglio.

L'impostazione del sistema di riallocazione, nella maggior parte dei RAs viene costituita basandosi sull'approccio media-varianza (Yang et al., 2017). Si tratta in realtà solamente di un punto di partenza per lo sviluppo di portafogli più sofisticati e sensibili alla presenza di determinati *alert*. Vengono infatti inseriti dei vincoli che, al raggiungimento di soglie predeterminate, comportano il riassetto della composizione di portafoglio. In questo modo vengono ricombinati gli asset ed i loro specifici pesi al fine di garantire il riallineamento tra rischiosità del paniere e quella dell'investitore.

La configurazione di quest'ultima parte del processo appare sotto un'eterogeneità di fattispecie che si differenziano anche a seconda che il RA permetta o meno all'investitore di intervenire direttamente sull'allocazione. Si tratta tuttavia di una possibilità rilasciata da poche piattaforme e solamente a limitate tipologie di clientela; inoltre, la possibilità di scelta sarebbe limitata ad un ridotto panorama di titoli, che solitamente riguardano ETFs o ETCs.

I primi, gli *Exchange Traded Funds*, sono strumenti finanziari che permettono un'elevata diversificazione. Sono infatti dei prodotti che vengono scambiati a basso costo e che replicano l'andamento di un indice tramite gestione passiva. La composizione dell'indice è di particolare importanza ai fini della selezione dello strumento. Ciascun ETF è infatti composto comprendendo al proprio interno una o più *asset class* (un insieme di strumenti che appartengono alla stessa categoria). Solitamente vengono prese in considerazione, tra le altre, azioni, obbligazioni, *commodities* e *currencies*. Quando la struttura di un indice prevede l'inserimento di diverse *asset class*, si dovrà verificare la ponderazione attribuita a ciascuna di esse. Il peso di composizione ad esse imputato permetterà di valutare il livello di rischio dell'intero indice, e di conseguenza dell'ETF stesso. Ad ogni modo, l'elevata diversificazione e l'inserimento, nella maggior parte dei casi, di titoli *risk free* permettono di considerarli come prodotti poco rischiosi, e questo ne spiega la grande popolarità.

Per quanto riguarda gli ETCs, invece, sono i cosiddetti *Exchange Traded Commodities*, cioè strumenti a gestione passiva che replicano la dinamica di un'unica *commodity* o di un indice di materie prime. Possono quindi essere considerati degli ETF composti unicamente da un'unica *asset class* di *commodities* o da un insieme di esse. Sono anch'essi prodotti a basso costo e per questo molto utilizzati nella prassi finanziaria.

La totalità delle operazioni svolte dal RA, siano esse relative alla prima o all'ultima fase, vengono comunicate al cliente. Inoltre, l'interazione con quest'ultimo è costante in quanto il cliente può sempre accedere al proprio profilo per monitorare la posizione di investimento, tramite *smartphone*, *tablet* o PC.

2.2.3 Un'analisi SWOT per i Robo-Advisors

La *swot analysis* è un particolare strumento strategico volto a delineare aspetti e caratteristiche di un determinato fenomeno. L'acronimo utilizzato per questo *tool* di ricerca sta per: “*Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*”. Si tratta di una tecnica molto utilizzata nelle analisi di *marketing* per studiare il mercato cui le aziende si riferiscono, ma è applicabile a qualsiasi processo decisionale. L'introduzione dello strumento ha origine a metà degli anni '60 grazie ad uno studio condotto dalla Stanford University e presieduto da A. Humphrey. Il processo si suddivide in alcune fasi, le quali, partendo dalla definizione dell'obiettivo finale che si desidera raggiungere, prevedono poi l'analisi dei quattro punti sopra citati. Una volta combinati tra loro i singoli punti dovrà essere valutato se l'obiettivo possa essere concretamente raggiunto. In caso di risposta affermativa saranno definite le azioni e le strategie da intraprendere enfatizzandone i punti di forza e le opportunità e riducendone debolezze e minacce. In caso contrario, invece, dovrà essere riformulato l'obiettivo di partenza e ripetere nuovamente l'intero processo.

Lo scopo di questa analisi sarà quello di capire i reali vantaggi legati all'attività del Robo-Advisory e di come incidano su di esso le variabili di mercato. Saranno quindi prese in considerazione le peculiarità dei RAs in modo da identificarne punti di forza e di debolezza, ed allo stesso tempo verificare come dal mercato vengano trasmesse potenziali opportunità e minacce (Jung & Glaser, 2019)³⁶. Lo schema sarà il seguente:

- *Strengths*. Per cogliere i reali punti di forza di questi nuovi servizi diventa indispensabile porre su uno stesso piano l'attività svolta dal consulente umano e quella svolta dal robot. Il confronto tra le due tipologie di operatività può essere eseguito su più livelli, ma la principale differenza, che influenza anche la percezione del cliente, riguarda le commissioni. Sia i RAs ibridi, sia quelli interamente quantitativi, infatti, riportano un carico oneroso di gran lunga inferiore rispetto alle *fees* tipiche della consulenza tradizionale. Il motivo risiede semplicemente nel fatto che, l'integrazione di più passaggi e la dematerializzazione del servizio, permettono un sostanziale risparmio attraverso l'iterazione di processi che vengono svolti in automatico. La percezione del consumatore, inoltre, è segnatamente differente rispetto a quanto accade durante le relazioni *face-to-face*. La commissione relativa ai servizi prestati dal robot è svincolata da possibili costi nascosti che il consulente tende a non palesare, ma che nel prosieguo della relazione possono incidere negativamente sulla fiducia reciproca.

³⁶ F. Glaser, D. Jung, 2019, “*Robo-Advisory: Opportunities and Risks for the Future of Financial Advisory: Recent Findings and Practical Cases*”, non pubblicato, pp. 11-20.

Un ulteriore studio di carattere empirico ha poi dimostrato come la struttura delle commissioni sia regressiva ed inversamente correlata all'ammontare del patrimonio lasciato in gestione³⁷ (Meola 2017).

L'altro grande vantaggio che caratterizza i RAs riguarda l'importo minimo investibile. Si tratta forse della novità più importante, in quanto permette di attirare target di investitori che la consulenza tradizionale non è in grado di raggiungere. La diminuzione del prezzo del servizio è infatti un vantaggio di cui godono principalmente coloro che hanno già maturato qualche esperienza sul campo degli investimenti. Questo può spiegarsi da un punto di vista psicologico, in quanto la percezione di tale beneficio si traduce in termini di risparmio per i soggetti che decidono di trasferire le proprie risorse da un servizio particolarmente oneroso ad uno più economico. Per coloro che invece non hanno ancora sperimentato questo genere di attività, sarà invece percepito come mero costo per usufruire del servizio. Per questo motivo, l'opportunità di avviare un processo di investimento con un limitato livello di risorse liquide è un'indubbia opportunità per tutti gli investitori. In questo modo, oltre a permettere al pubblico di approcciare ad un nuovo servizio senza dover rischiare importi elevati, si allarga il bacino di utenza attirando la clientela di segmenti diversi da quelli tipici del *Private Banking*. I RAs più sviluppati offrono diverse strategie di investimento a seconda che il cliente sia un *Millenials*³⁸, piuttosto che un pensionato. È chiaro infatti, come obiettivi e disponibilità finanziarie siano differenti tra investitori di età e *target* eterogenei, e pertanto richiedano anche differenti offerte di investimento.

La facilità con cui si approccia a queste piattaforme è un altro dei motivi per cui la diffusione del *Robo-Advisoring* ha coinvolto diverse categorie di investitori. La completa digitalizzazione del servizio risulta essere uno dei vantaggi più apprezzati dai consumatori. In un'epoca dove l'utilizzo di *smartphone*, *tablet*, PC ed altri dispositivi è alla portata di tutti, l'interazione con il proprio consulente online è resa possibile in qualsiasi momento. Questo aspetto viene percepito dai clienti come una manifestazione di trasparenza che tende a rafforzare il rapporto venuto a crearsi.

Altri punti di forza possono riscontrarsi sotto un punto di vista strettamente operativo. In particolare, gli algoritmi automatici implementati per l'attività di *asset allocation* e di *asset rebalancing* consentono di risparmiare i tempi tecnici necessari richiesti dall'attività di consulenza tradizionale. La valutazione e l'analisi dell'impatto che i cambiamenti e le dinamiche di mercato hanno sul portafoglio di ogni singolo cliente vengono infatti eseguite in modo continuativo e meccanico dal robot. Si tratta di un passaggio fondamentale anche in ottica di performance, in quanto è stato empiricamente dimostrato come la gestione tramite RAs sia in grado di battere, in un numero significativo di casi, sia portafogli autogestiti, sia la gestione di *mutual funds portfolios* (Reher & Sun, 2016)³⁹.

Un aspetto controverso di cui si è già avuto modo di parlare e che rientra tra le potenzialità maggiori di questi strumenti, riguarda lo svincolo dall'irrazionalità dell'uomo. L'implementazione di "algoritmi razionali" permette infatti di non subire l'influenza psicologica di eventuali fasi di svalutazione degli asset. In tali circostanze, gli investitori sono portati a liquidare i propri investimenti comportando il più delle volte delle perdite.

³⁷ A. Meola, 2017, "*Robo Investing Reviews: Performance & Fees Comparison*", Business Insider.

³⁸ Termine utilizzato per indicare soggetti nati nell'intervallo temporale che va dal 1981 al 1996.

³⁹ M. Reher, C. Sun, 2016, "*Robo Advisers and Mutual Fund Stickiness*", non pubblicato.

Pertanto, l'attività svolta dal robot elude la possibilità di subire danni economici causati da impulsi psicologici irrazionali, ad allo stesso tempo consente di non incrementare i rischi speculativi;

- *Weaknesses*. Come tutte le novità, anche i RAs risentono di alcuni punti deboli che necessitano un ulteriore sviluppo e potenziamento. L'aspetto che probabilmente presenta più lacune, riguarda la gestione dei conflitti di interesse che possono influire negativamente sull'offerta. Si tratta di un problema già noto e presente anche nella consulenza tradizionale, e nel passaggio a quella automatica non si è ancora riusciti a risolvere.

Il motivo per il quale si ripresenta tale criticità deriva dal fatto che la maggior parte dei RAs vengono sviluppati da enti e società già presenti nel mercato della consulenza finanziaria. Di conseguenza, la piattaforma che produce l'offerta in modo automatico sarà strutturata in modo tale da proporre solo determinate tipologie di prodotto. Come visto in precedenza nella fattispecie del consulente "umano", anche il RAs sarà incentivato a raccomandare quegli strumenti per i quali la società madre riceve sponsorizzazioni dalle case fornitrici. Risulta quindi evidente come alcune delle inefficienze tipiche della consulenza tradizionale si ritrovino anche in quella automatizzata. Ciò nonostante, esso non è tanto dovuto dall'incapacità del robot di generare risultati efficaci, quanto piuttosto dalla mancanza di nobiltà nell'elaborazione dello strumento automatico. Si tratta quindi di un problema importante al quale corrisponde in realtà una semplice soluzione.

Questa lacuna è strettamente legata ad un ulteriore aspetto negativo dell'attività svolta dal RA. Spesso, infatti, il portafoglio offerto al cliente deriva dalla selezione di alcuni panieri di titoli preimpostati secondo determinati criteri di rischio. Pertanto, ciò che ne consegue è una sorta di depersonalizzazione della raccomandazione. Questo è dovuto dal fatto che, l'offerta di uno stesso portafoglio volta ad una molteplicità di soggetti che presentano lo stesso livello di rischio, non è sufficiente per garantire una sostanziale personalizzazione dell'investimento. La mancanza di comunicazione e la limitazione dell'universo investibile rischiano infatti di non intercettare le reali esigenze dell'investitore, causando così una generale inefficacia dell'attività di consulenza.

Ulteriori possibili punti deboli possono poi riscontrarsi specificatamente per ciascun RA, come per esempio la più o meno intuibilità d'uso, la chiarezza dei termini e del trattamento della privacy ed altri aspetti legati all'attività di consulenza e di *asset management*;

- *Opportunities*. La digitalizzazione offerta dal Robo-Advisoring presenta due grandi opportunità per il successo del servizio. In primo luogo, l'attrazione dettata dall'impulso tecnologico ha dato accesso al servizio anche ai risparmiatori più giovani. Sebbene il nuovo *target* sia generalmente caratterizzato da un livello di risparmio sotto la media, le indagini condotte hanno mostrato una stima complessiva che si aggira attorno ai \$2 trilioni di potenziali investimenti a livello mondiale (Cocca 2016)⁴⁰. Si tratta tuttavia, di un importo di modeste dimensioni se si considera la totalità degli *asset under management* del mercato, ma darebbe comunque l'opportunità di attirare un *target* completamente trascurato dalla consulenza tradizionale. Riuscire ad attrarre un'eterogeneità di clientela potrebbe risultare una chiave molto importante per il successo dei RAs, permettendo di ampliare l'universo investibile tramite ulteriori risorse e di proporre nuove soluzioni di investimento.

⁴⁰ T. D. Cocca, 2016, "Potential and Limitations of Virtual Advice in Wealth Management", The Capco Institute Journal of Financial Transformation (Vol. 44), pp. 45-57.

In secondo luogo, la grande differenza tra i patrimoni gestiti con la Robo-Advisory e quelli gestiti dalla consulenza tradizionale è dovuta principalmente dal fatto che gli *High Net Worth Individuals*, di cui si è parlato nel Capitolo 1, siano ancora poco attratti da questi nuovi servizi. Pertanto, un'opportunità che qualche società di Robo-Advisoring ha già cominciato ad implementare, riguarda la complementarità delle due fattispecie di offerte. *Betterment*, per esempio, ha fondato recentemente la piattaforma "*Betterment for Advisors*", la quale applica una sostanziale integrazione tra il servizio tradizionale e quello automatico. Si tratta più nello specifico di una sorta di interscambio di capacità e conoscenze tra i due *player*: i *wealth managers* potrebbero così usufruire di una selezione automatica per le proprie consulenze, e d'altro canto, i RAs potrebbero disporre delle liste clienti e delle conoscenze pregresse dei *wealth managers*. Si passerebbe così da due sistemi B-2-C ad un sistema B-2-B-2-C.

Infine, un ulteriore aspetto che merita le dovute considerazioni riguarda la personalizzazione del prodotto. Le variabili emotive che un robot considera sono decisamente inferiori rispetto a quelle che un consulente umano riesce ad intercettare durante la relazione con il cliente. Se dall'interfaccia con cui il RA comunica con il cliente si riuscissero a ricavare maggiori sfumature di carattere psicologico e comportamentale, si otterrebbero risultati potenzialmente impareggiabili. Associando infatti, i tratti e le preferenze del cliente ricavate tramite l'interazione con il robot alle informazioni che il cliente è obbligato a rilasciare nel rispetto del questionario MiFID, sarebbe possibile ottenere un servizio a basso costo e completamente personalizzato.

Quanto detto finora riguarda una serie di elementi il cui potenziale è tutto da scoprire. Il miglioramento e l'applicazione di ulteriori attività automatizzate nel sistema di Robo-Advisoring possono segnare un vero e proprio punto di svolta per un'ipotetica rivoluzione del mondo della consulenza.

- *Threats*. In questa sezione dell'analisi SWOT vengono solitamente presentati gli elementi catalogati come "minacce" per il possibile business dei RAs. In realtà, trattandosi di un servizio di recente diffusione nel mercato, più che parlare di minacce pare più opportuno parlare di potenziali pericoli che si possono manifestare.

In primis, è possibile infatti che, le ottime performance conseguite dai robot in seguito all'esplosione della domanda di questi servizi, si attenuino qualora l'andamento di mercato subisca un'inversione della dinamica. È infatti vero che, da quando sono comparsi i RAs nel mercato, essi hanno sempre operato all'interno di un contesto in fase sostanzialmente espansiva, denominato *bull*. Il dibattito è sorto riguardo alle prestazioni che i robot riescano a garantire qualora il mercato diventi *bear*, cioè in una fase recessiva segnata da un generale calo dei prezzi. È difficile a priori dare una risposta a quando ciò possa accadere e soprattutto a come gli algoritmi siano in grado di rispondere a questa inversione. A seconda della struttura del robot, infatti, sono possibili reazioni troppo repentine (come, ad esempio, per *trading system* particolarmente reattivi) o al contrario troppo lente al cambiamento (come, ad esempio, modelli tradizionali di ottimizzazione⁴¹). Sbilanciarsi su una tale previsione risulta difficile, ma ciò non significa che non possano essere prese misure preventive per limitare i rischi. La maggior diffusione di RAs ibridi, per esempio, aiuta a colmare questa

⁴¹ Possano essere i vari *Modern Portfolio Theory*, *CAPM*, *Black & Litterman*, ecc.

lacuna. L'esperienza del consulente e le interazioni con colleghi ed altri operatori del settore portano a condividere idee e valutazioni influenzandosi gli uni con gli altri. Il risultato che si ottiene porta ad una reale convinzione collettiva che spesso coadiuva alla definizione di una strategia volta a prevenire in anticipo situazioni di potenziale difficoltà.

Ulteriori studi ed analisi hanno portato poi a compiere serie considerazioni su quanto questo *trend* in crescita di adesione ai RAs possa continuare la sua marcia positiva. Il dubbio sorge in quanto molte indagini compiute tramite questionari al pubblico suggeriscono uno scenario opposto. La maggior parte degli investitori (all'incirca l'80% degli intervistati) si dicono ancora propensi a favorire l'interazione *face-to-face* con il proprio consulente (Ludden et al. 2015)⁴². L'impersonalità del servizio oltre ai vantaggi di risparmio e di velocità nelle comunicazioni, comporta tuttavia anche dei lati negativi. L'implicazione psicologica data dall'interazione con il robot può portare poca fiducia da parte dell'investitore, il quale si sente maggiormente protetto quando entra in contatto con un consulente umano. La causa di ciò si può ritrovare in diverse motivazioni. Per esempio, sono molti i casi di truffe online verificatesi negli ultimi anni che hanno indotto un diffuso risentimento verso le transazioni via internet. Altro dubbio risiede nella configurazione del soggetto responsabile in caso di fallimento, anche se sotto questo aspetto il legislatore ha mosso importanti manovre per la tutela di investitori e risparmiatori. Nonostante l'attrazione da parte delle nuove generazioni e di coloro che hanno abili competenze informatiche, l'offerta della consulenza automatizzata rimane tutt'ora uno spettro misterioso, soprattutto per quegli individui la cui educazione finanziaria permane al di sotto della media.

Si possono indicare ulteriori aspetti negativi che possono affliggere l'espansione su scala globale della Robo-Advisory. Come già detto, il fenomeno è di origine statunitense, ma è stato fin da subito replicato anche in altre zone del pianeta, in particolare in Asia ed Europa. I tratti innovativi della fattispecie hanno comportato delle problematiche riguardo alla regolamentazione di questi nuovi *player*, sia in termini di operatività ad essi concessa, sia per quanto riguarda le condizioni di tutela dei risparmiatori. A queste criticità si aggiungono anche quelle relative al fatto che, essendo il Robo-Advisory un servizio online, le frontiere sono potenzialmente abbattute. In linea di principio infatti, risulta molto veloce per un investitore italiano rivolgersi ad un RA cinese, per esempio, in quanto occorre semplicemente collegarsi al sito e seguire il procedimento indicato. Il rischio in questo caso risiede principalmente nel fatto che è possibile incorrere in fattispecie di bassa tutela per l'investitore. Per questo motivo, i vari ordinamenti nazionali hanno cominciato ad applicare particolare attenzione al fenomeno. Sono state emanate una serie di regolamentazioni di nuovo mandato nate dalla collaborazione tra esperti di diverse discipline, tra cui giuristi, economisti, psicologi ed informatici. Comprendere anche gli aspetti più sfumati della consulenza automatizzata è l'obiettivo primario per la tutela degli investitori. In un paper⁴³ sviluppato per conto della "*Federated Investors*"⁴⁴, Melanie L. Flein analizza come la *Securities and Exchange Commission* (SEC) e la *Financial Industry Regulatory Authority* (FINRA) abbiano individuato una serie di aspetti latenti del servizio di Robo-Advisory. In

⁴² C. Ludden, K. Thompson, I. Mohsin, 2015, "*The Rise of Robo-Advice: Changing the Concept of Wealth Management*", Accenture.

⁴³ M. L. Flein, 2015, "*Robo-Advisors, a closer look*", Federated Investors.

⁴⁴ Oggi denominata "*Federated Hermes Inc.*", è una delle aziende leader mondiali nell'attività di asset management.

particolare, dopo il *FinTech Forum* del 2016 la SEC ha indirizzato ai RAs delle linee guida su alcuni degli aspetti del fenomeno. Si sono infatti tracciati dei suggerimenti in ambito di *disclosure*, di *compliance*, di raccolta delle informazioni e di valutazione di adeguatezza. Il risultato ottenuto, però, mostra come le misure adottate siano insufficienti per garantire una totale tutela e trasparenza per gli investitori.

Anche in Italia, in linea con i principi individuati dal Parlamento e dalla Commissione Europea, si stanno tracciando dei profili di analisi per la comprensione del fenomeno e delle possibili complicazioni per gli utilizzatori, in particolare per gli investitori retail. È indubbio infatti che, le prossime disposizioni di matrice finanziaria terranno in grande riguardo il fenomeno studiato.

Per concludere, è necessario porre uno sguardo a come si sta evolvendo lo scenario competitivo in termini di numerosità e diversità dell'offerta.

La crescita del settore sta raggiungendo livelli davvero molto elevati, per questo motivo sempre più *incumbent*⁴⁵ sono interessati a lanciare il proprio *player* nel mercato della Robo-Advisory. L'effetto che ne deriva porta ad un'offerta molto elevata che implica una forte competizione tra i diversi attori. Ad oggi in realtà, il panorama dei RAs presenti sul mercato è molto segmentato in base al servizio proposto ed al *target* di riferimento. Si possono infatti trovare servizi che offrono principalmente assistenza per piani pensionistici, altri di gestione del risparmio per obiettivi come l'acquisto di un immobile, la spesa per lo studio dei figli e così via. Per questo motivo, oltre alle generiche offerte di investimento, è possibile identificare RA specializzati in determinati rami ed orientati a specifici *target*.

Tuttavia, è possibile che lo scenario di costante crescita tenderà a peggiorare se la competizione dovesse estendersi su raggio globale. Potrebbe infatti instaurarsi una guerra al ribasso tra gli ordinamenti legislativi nazionali, favorendo quei RAs provenienti da paesi dove la normativa sarà meno stringente, con evidenti complicazioni in ambito cautelare per l'investitore. Si tratta di uno degli scenari più delicati e controversi del fenomeno, e richiede pertanto l'impegno coordinato delle varietà Autorità di Vigilanza per trovare, quando possibile, una soluzione efficace al possibile problema.

Nella tabella che segue viene proposto un riassunto dell'analisi SWOT condotta sul Robo-Advisoring, presentando gli elementi dei punti di forza e debolezza, nonché le opportunità e le minacce che caratterizzano il mercato in questione.

⁴⁵ Società ed imprese che detengono buona parte di mercato di uno specifico settore, nel quale svolgono un importante ruolo anche grazie all'esperienza maturata.

Tabella 2.2: *Riassunto analisi SWOT.*

SWOT ANALYSIS		
	Elementi utili per il raggiungimento degli obiettivi	Elementi potenzialmente dannosi per il raggiungimento degli obiettivi
Elementi di origine interna all'azienda	Strenghts: basse commissioni, minimo importo investibile ridotto, ribilanciamento automatico, svincolo dall'irrazionalità dell'uomo	Weaknesses: presenza di conflitti di interesse, universo investibile limitato, depersonalizzazione dell'offerta
Elementi di origine esterna all'azienda	Opportunities: attrazione di nuovi targets, integrazione robot-human, maggior personalizzazione dell'offerta	Threats: mercato "bear", diffusione limitata, regolamentazione restrittiva, competitività del settore

L'analisi appena eseguita risulta molto utile per cogliere in ottica prospettica gli scenari che si possono attendere nel settore del Robo-Advisoring. Le potenzialità di un'espansione su scala globale sono evidenti, dettate non solo dalla bontà del servizio, ma anche dalla continua crescita in campo tecnologico. In un mondo sempre più interconnesso e caratterizzato da forte dinamicità delle operazioni, sembra logico supporre che il percorso verso la digitalizzazione del servizio di consulenza sia ampiamente tracciato.

Nonostante le difficoltà e le lacune tutt'ora presenti nelle diverse piattaforme di Robo-Advisory, le società fornitrici sono alla costante ricerca di potenziamento e miglioramento delle interfacce nonché dei sistemi di ottimizzazione. Dal punto di vista normativo, invece, il legislatore è alla ricerca di possibili soluzioni in modo tale da garantire la tutela degli investitori. A tal fine è in atto una grande opera di coordinamento tra i diversi sistemi giuridici, sia nell'Unione Europea che extra-comunitari, affinché non si incorra in una polarizzazione verso quegli stati che offrono maggiori opportunità in termini fiscali ed operativi.

La speranza, inoltre, è che si distribuisca tra il pubblico una maggior consapevolezza in materia finanziaria. In questo modo è infatti possibile limitare potenziali eventi dannosi per il risparmiatore, ed allo stesso tempo aumentare il valore aggiunto delle attività di consulenza. Stato ed enti finanziari hanno il compito di rendere più trasparenti i servizi in questa materia,

attraverso la condivisione di un maggior numero di informazioni e di una maggior delimitazione del campo operativo per consulenti, siano essi robot o umani.

2.2.4 Il profilo di rischio dell'investitore

La grande potenzialità del Robo-Advisory risulta essere l'ampio bacino di utenti che riesce ad intercettare grazie alla peculiarità di essere un servizio online. Per far sì che l'offerta della piattaforma possa soddisfare l'eterogeneità delle esigenze per cui un investitore si rivolge a questa tipologia di attività, è necessario instaurare un rapporto con il cliente per comprenderne caratteristiche ed obiettivi. Dal momento che in questo contesto non c'è spazio per interazioni fisiche, questo passaggio avviene attraverso un percorso interattivo che si sviluppa secondo i criteri previsti dalla Direttiva MiFID II, della quale si è parlato nel Capitolo 1.

Tralasciando le informazioni illustrative che vengono rese disponibili da ciascuna piattaforma di Robo-Advisory, dove vengono presentate le caratteristiche del servizio, il primo contatto cliente-robot consulente avviene tramite la compilazione di un questionario. In Europa è richiesto che chiunque presti il servizio di consulenza in materia di investimenti finanziari debba preventivamente raccogliere una serie di dati ed informazioni relativi a ciascun cliente. Per fare questo è quindi indispensabile che ogni investitore compili un questionario il quale è redatto sulla base di quanto richiesto dalla normativa, al fine di poter valutare il profilo di rischio in termini di adeguatezza ed appropriatezza.

Ogni consulente, sia esso automatizzato che tradizionale, è libero di predisporre questo documento nella struttura che ritiene più opportuna, a patto che sia volto alla valutazione complessiva del profilo del cliente. È infatti richiesto che, tramite la compilazione, il consulente possa valutare in termini di conoscenza, esperienza, obiettivi di investimento, nonché riguardo alla situazione finanziaria, la capacità del cliente di comprendere i rischi relativi a questa tipologia di attività.

Il risultato che emerge dalle risposte viene utilizzato per indirizzare il profilo dell'investitore all'interno di una delle classi di rischio predisposte, alla quale corrisponde una particolare proposta di investimento in linea con le caratteristiche del cliente. Questo processo è frutto di ciò che prende il nome di "*Cluster Analysis*", cioè una tecnica di analisi multivariata che permette di suddividere i soggetti in gruppi omogenei a seconda delle caratteristiche che presentano.

Sotto questo aspetto l'offerta è molto variegata. Ogni consulente infatti, può mettere a disposizione un numero più o meno elevato di soluzioni di portafoglio. Questo dipende principalmente dalla gamma di prodotti a disposizione per la formulazione di soluzioni finanziarie, nonché dalle dimensioni della struttura per cui lavora il consulente. Una

conseguenza logica di questo processo è che, maggiore è il numero di classi maggiore sarà la personalizzazione dell'offerta.

In letteratura si possono trovare numerose proposte relativamente alla strategia migliore per attuare il processo di “clusterizzazione”. Dal momento che nel contesto Robo-Advisory le componenti psico-emotive del cliente non possono essere intercettate a causa della mancata interazione fisica con il consulente, sembra opportuno affidarsi a metodi interamente quantitativi. A tal riguardo un importante contributo è dato dalla cosiddetta “analisi discriminante di Fisher”. Si tratta di una tecnica che può essere applicata in diversi ambiti. È infatti generalmente utilizzabile per qualsiasi misurazione per la quale sia necessaria una successiva classificazione. Con questo metodo è possibile trovare una o più combinazioni lineari per i parametri utilizzati nell'analisi, al fine di definire i migliori raggruppamenti. In ottica di consulenza questo si traduce con l'attribuzione di valori alle risposte del questionario, le quali vengono aggregate in un punteggio complessivo che attribuisce il profilo del cliente ad una classe di rischio.

L'analisi discriminante è una tecnica molto utilizzata nell'ambito della consulenza finanziaria per eseguire la classificazione dell'investitore. Tuttavia, ciascuna piattaforma o società di consulenza applica i criteri che più ritiene opportuni. In questo modo si ottiene una moltitudine di diversi questionari, i quali divergono non solo sotto l'aspetto quantitativo, cioè secondo diversi criteri di ponderazione delle risposte, ma anche secondo un aspetto qualitativo, per quanto concerne la struttura delle domande. Da questa prospettiva si può intuire come anche la percezione del singolo cliente possa cambiare a seconda della metodologia con cui le domande gli vengono poste. A tal riguardo si può parlare delle cosiddette “ancore quantitative” ed “ancore morali”. All'interno del famoso lavoro “Euforia irrazionale. Alti e bassi di Borsa” di R. J. Shiller⁴⁶, l'autore parla di queste basi psicologiche che influenzano le risposte di chi viene intervistato.

Le ancore quantitative sono infatti dei dati o delle informazioni che vengono inserite nel testo della domanda volte ad orientare la risposta del cliente. Nel caso in cui quest'ultimo non abbia recepito correttamente il quesito, o non si senta sicuro, sarà portato ad orientare la risposta in relazione al dato o all'informazione resa disponibile. Per esempio, anche una domanda apparentemente chiusa come può essere quella relativa all'indicazione della fascia in cui si colloca il reddito del cliente può risultare controversa, in quanto la risposta è condizionata dalle fasce predisposte.

Per quanto riguarda le ancore morali invece, si fa riferimento al processo valutativo con cui un soggetto confronta la forza emotiva che sostiene l'opportunità di investimento rispetto all'utilizzo alternativo del denaro per altre esigenze. Anche sotto questo punto di vista, infatti, nel caso di risposte a scelta multipla coloro che predispongono il questionario possono indirizzare la risposta dell'investitore verso predeterminate soluzioni. Si comprende allora

⁴⁶ Premio Nobel per l'economia nel 2013.

come, soprattutto per individui estranei dal mondo finanza, il profilo di rischio che viene formulato può risultare distorto ed in certi casi non veritiero.

Non è fine di questo elaborato sviluppare un modello di questionario per la profilazione ottimale del rischio, ma per completezza sono stati analizzati alcuni metodi utilizzati in ambito professionale.

Sulla base della proposta di *Moneyfarm*⁴⁷, è stato ipotizzato un questionario limitandosi alla profilazione di tre classi di rischio che saranno considerate nella proposta presentata nel capitolo conclusivo. In questo modo l'applicazione di *asset allocation* è supportata anche dalla presenza di tre differenti proposte di portafoglio, che si suddividono tra soggetti ad alto profilo di rischio, medio e basso.

A parere di scrive, la struttura utilizzata da *Moneyfarm* è un buon punto di partenza per sviluppare un prospetto più completo ed articolato. È infatti apprezzabile il fatto che al momento del rilascio di informazioni di carattere quantitativo venga lasciato libero l'investitore di inserire direttamente l'importo reale, senza che gli sia richiesto il collocamento in una certa fascia. D'altra parte, un elemento essenziale che manca alla struttura di questi documenti riguarda un maggior approfondimento sugli aspetti psicologici dell'investitore. Nonostante molte piattaforme prevedano la presenza di operatori umani che su richiesta del cliente possano interagire con esso, ritengo necessario un numero più elevato di quesiti che aiutino a rivelarne la natura psicologica. I questionari dovrebbero essere ampliati considerando elementi che si distacchino dalla realtà finanziaria, in modo tale da prendere in considerazione aspetti relativi ad altri ambiti per comprendere le variabili che influenzano il comportamento ed il processo decisionale dell'investitore.

Proporre l'integrazione di una sezione volta ad intercettare gli aspetti più sfumati del carattere e della psiche di un soggetto potrebbe essere un elemento di assoluto vantaggio per il Robo-Advisory in quanto si andrebbe in questo modo a colmare uno dei principali *gap* che separa le due tipologie di servizio.

⁴⁷ Una tra le principali piattaforme di Robo-Advisory in Europa, opera in Italia, Gran Bretagna e Germania.

2.3 IL CONTESTO NORMATIVO PER LA CONSULENZA AUTOMATIZZATA

La nascita del fenomeno del Robo-Advisoring sorge a cavallo di un'epoca caratterizzata da grandi cambiamenti nello scenario competitivo del mondo finanziario. La necessità di porre rimedio ai disastri verificatisi durante le recenti crisi e la scarsa fiducia di consumatori ed investitori nei confronti del sistema e delle istituzioni economico-finanziarie, hanno inciso sul processo di ripresa. Il legislatore infatti, ha dovuto procedere in modo cauto e prudente in modo tale da non stravolgere un ambiente già sconvolto.

In Europa, da anni si sta implementando un regime normativo armonizzato tra tutti i Paesi membri dell'Unione. Lo scopo del progetto è da sempre quello di unificare sotto un'entità unitaria tutti i paesi del Vecchio Continente, in modo tale da accrescere la propria forza concorrenziale e rendersi quindi competitivi con le altre grandi economie del pianeta.

Per far ciò, sono sorti nel corso degli anni diversi impianti normativi di grossa portata che ciascuno Stato membro ha il compito di recepire ed applicare all'interno del proprio ordinamento. I temi e le linee seguite dal legislatore europeo svariano su diversi fronti, che vanno dal carattere sociale a quello economico, dal carattere fiscale a quello solidale, e così via. Particolare importanza verrà attribuita in questa sede alle disposizioni in materia finanziaria, in quanto le conseguenze indotte dalle crisi appena trascorse hanno generato forti cambiamenti anche in materia giuridica.

Sotto questo aspetto, l'introduzione e successiva espansione dei RAs hanno da subito catturato la curiosità degli investitori e generato nuove esigenze in capo ad essi. Contestualmente però, anche il legislatore è stato attratto dal successo scaturito dal fenomeno, ed ha cominciato ad operare in modo tale da coprire eventuali zone lasciate grigie dagli ordinamenti attuali. In questo modo, si vanno a prevenire potenziali atti dannosi nei confronti dei risparmiatori.

I regolatori nazionali e le istituzioni sovranazionali stanno osservando con crescente attenzione lo sviluppo del Robo-Advisoring. L'ampio consenso ottenuto dal pubblico in un tempo relativamente breve costringe questi soggetti ad imbastire quantomeno delle linee guida e *soft law*, al fine di non essere colti impreparati in ottica prospettica. Non è, tuttavia, attualmente presente alcuna norma specificatamente dedicata ai RAs all'interno del TUF. Si deve pertanto rinviare alle recenti disposizioni MiFID II e ad ulteriori ricerche condotte dalle Autorità nazionali per un'inquadratura giuridica della fattispecie.

La prima considerazione che il legislatore tende a fare è la verifica di quando il servizio proposto del RA coincida con quanto offerto dal consulente in ambito di "consulenza in materia di investimenti". L'impianto proposto da MiFID riconosce l'innovazione della materia non tanto sotto l'aspetto relazionale del contatto tra robot e cliente, quanto piuttosto sull'automazione del processo di *asset allocation*. Sotto questo punto di vista particolarmente importante risulta essere il requisito della "personalizzazione" della raccomandazione. Si tratta infatti di una

caratteristica chiave per la tutela dell'investitore, in quanto qualora la consulenza si manifesti sotto un profilo generico e non personale della raccomandazione, la fattispecie è svincolata dall'attività riservata a coloro in possesso di autorizzazione. Trattandosi di una materia altamente delicata, il legislatore considera anche la natura, il contesto e la percezione di personalizzazione del servizio di consulenza in materia di investimenti (Paracampo, 2016)⁴⁸⁴⁹. La linea perseguita dalle *European Supervisory Authorities* (ESAs) è quella di continuare a monitorare lo sviluppo del fenomeno in modo tale da potenziare lo strumentario normativo ritenuto attualmente sufficiente ad affrontare tale contesto.

Un ulteriore aspetto oggetto di forte dibattito tra i giuristi con voce in capitolo riguarda la prestazione di ulteriori servizi oltre a quello di consulenza. Molte piattaforme permettono infatti all'investitore di procedere all'esecuzione o alla trasmissione degli ordini direttamente dal sito da cui si è ricevuta la raccomandazione. Il dubbio sorge in capo alla legittimità ed alla liceità di queste operazioni, in quanto si tratta di un'attività esclusa da quella svolta dai consulenti tradizionali. Il ragionamento che il legislatore compie sotto questo punto di vista, è che, nonostante sia garantita la piena autonomia nelle scelte di investimento del risparmiatore, la mancanza di un'interazione umana rende il processo decisionale svincolato da alcuna pressione psicologica del consulente. In particolare, l'assenza fisica del consulente all'atto della compilazione del questionario MiFID può comportare gravi criticità. Infatti, in un rapporto con un RA si può presupporre una scarsa consapevolezza da parte del cliente dell'importanza dello scambio informativo tra le parti, nonché l'incapacità di sciogliere eventuali dubbi. Questo implica il rischio di tradursi in una manifestazione di comportamenti più azzardati da parte dell'investitore, facendone aumentare i rischi dell'operazione di investimento e le possibilità di perdita di accuratezza della scelta.

Per quanto riguarda gli aspetti appena evidenziati, un gruppo di esperti proveniente da Consob ed un consorzio di università italiane hanno condotto una ricerca relativamente al fenomeno in questione. Sugli argomenti trattati si esprimono con particolare cautela, in quanto riconoscono la potenziale pericolosità per gli investitori. Il tratto conclusivo che si evince cita testualmente: *“In un’ottica di supervisione e vigilanza è necessario porre attenzione alla costruzione, organizzazione e funzionamento dei contenuti della piattaforma digitale fruibile dai consumatori, accertando l’assenza dell’esercizio di un’indebita influenza sugli investitori in una o più fasi del processo digitale che non si svolgano conformemente alla disciplina della prestazione del servizio di consulenza in materia di investimenti”*⁵⁰. Dal tono e dalla struttura con cui viene discusso l'argomento, si può intuire come la fattispecie sia attualmente in fase di analisi da parte del legislatore. La disciplina in vigore appare incompleta per definire un'inquadratura operativa e delimitante del fenomeno.

⁴⁸ ESAs Joint Committee (2015), p. 13, par. 22.

⁴⁹ F. Annunziata, M. T. Paracampo, 2015, *“FinTech: introduzione ai profili giuridici di un mercato unico tecnologico dei servizi finanziari”*, Giappichelli Editore, pp. 134-136.

⁵⁰ Gruppo di lavoro Consob, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, Università Bocconi, Università di Pavia, Università di Roma 'Tor Vergata', Università di Verona, 2019, *“La digitalizzazione della consulenza in materia di investimenti finanziari”*, Quaderni FinTech Consob.

Diverso sembra invece il giudizio che dà il legislatore per quanto riguarda l'aspetto di adeguatezza della prestazione. Seppur la base tecnologica del servizio richieda maggiori cautele all'atto della formulazione dell'offerta, la conformità con MiFID II appare solida. Le regole di derivazione europea permettono infatti un'estensione sufficientemente ampia di quelle norme dedicate alla consulenza tradizionale. In questo modo è quindi possibile arricchire e declinare l'impianto anche per quegli intermediari che offrono il servizio di Robo-Advisory. Non vengono tuttavia risparmiati consigli (non vincolanti) di carattere istruttorio relativamente ad una miglior definizione dei criteri di profilatura del rischio. Tra le proposte si presentano le possibilità di inserire dei *pop up*⁵¹ nell'interfaccia del RA in modo da evidenziare quali sono le informazioni che vengono ritenute rilevanti. In alternativa, è consigliabile offrire dettagli aggiuntivi tramite la richiesta di testi interattivi⁵² o l'inserimento delle cosiddette FAQ⁵³ (ESMA, 2018)⁵⁴. Alcune di queste proposte sono state accolte dalla maggior parte degli intermediari, mentre per aspetti più dettagliati ci sarà ancora bisogno di tempo,

Ciò nonostante, la diffusione dei software per l'analisi dei cosiddetti *Big Data*⁵⁵ e lo sviluppo di sistemi di rete neurali artificiali⁵⁶ hanno indotto grosse aspettative. Ci si attende infatti, grandi benefici in termini di adeguatezza delle informazioni e della loro valutazione. Lo sviluppo tecnologico che persegue questa direzione può infatti contribuire alla generazione di profili di rischio maggiormente personalizzati (Giudici & Polinesi, 2018)⁵⁷.

Sull'aspetto relativo alla trasparenza del servizio il legislatore diviene particolarmente severo. Oltre alle caratteristiche minime richieste in ambito di promozione e pubblicità dell'attività svolta dal RA, vengono rese necessarie anche le informazioni relative all'impresa di investimento e ai relativi servizi, agli strumenti finanziari e alle strategie implementate⁵⁸. La tutela in questo senso trova applicazione anche all'interno del Codice di Consumo agli artt. 21 e 22. Gli articoli citati trovano sede all'interno della sezione delle pratiche commerciali ingannevoli, con specifico riguardo ad azioni ed omissioni. Sono considerate perseguibili tutte quelle informazioni che inducono, o sono idonee ad indurre, un consumatore a compiere decisioni commerciali che non avrebbe altrimenti preso, e che ne possano compromettere sicurezza o stabilità.

Gli effetti in termini di responsabilità in caso di ottemperanza agli obblighi di informativa precontrattuale in capo alla società di Robo-Advisoring non comportano la mera nullità del

⁵¹ Sono riquadri o finestre che compaiono automaticamente nell'interfaccia grafica di uno specifico sito.

⁵² Si fa riferimento alle Chatbox citate in precedenza.

⁵³ Frequently Asked Questions.

⁵⁴ ESMA - European Securities and Markets Authority, 2018, "*Orientamenti su alcuni aspetti dei requisiti di adeguatezza della MiFID II*", ESMA.

⁵⁵ Si tratta dell'attività di raccolta, immagazzinamento ed elaborazione di una mole di dimensioni particolarmente elevata di dati informativi. Il processo di questi elementi può essere affrontato solamente da processori ed algoritmi ad hoc, a causa della grande difficoltà computazionale che la dimensione di quanto raccolto comporta.

⁵⁶ Si tratta di modelli matematici ispirati al funzionamento del cervello umano. Si compongono di neuroni artificiali sviluppati ed impiegati all'interno della branca dell'Intelligenza Artificiale e del Machine Learning.

⁵⁷ P. Giudici, G. Polinesi, 2018, "*Scoring models for robo-advisory platforms: a network approach*", The Journal of Network Theory in Finance.

⁵⁸ Regolamento intermediari, art. 36 "*Requisiti generali delle informazioni*", adottato con delibera n. 20307 del 15/02/2018.

contratto. Si tratta di una previsione legislativa differente rispetto a quanto congetturato per la fattispecie della consulenza tradizionale. Il motivo risiede nel fatto che, per i consulenti umani l'obbligatorietà della forma scritta risulta essere elemento necessario per la validità dell'operazione. Riguarda anche un mezzo a fine probatorio in caso di controversia giudiziale. Nella disciplina della Robo-Advisory, essendo il contratto stipulato "a distanza" tra le parti, non si prevede l'invalidità contrattuale, in quanto si estende la fattispecie alla forma telematica. Non si può affermare lo stesso per quanto riguarda l'imposizione risarcitoria qualora si manifesti inadempimento degli obblighi in materia di trasparenza, promozione e pubblicità sopra citati.

La tutela dell'investitore viene poi garantita attraverso l'osservazione dell'origine del danno. Il legislatore si esprime dicendo: "*L'automazione nell'intermediazione finanziaria non comporta novità significative con riferimento all'individuazione delle situazioni giuridiche soggettive meritevoli di tutela; essa incide piuttosto sull'atto o sul fatto originatore della lesione*"⁵⁹. In altre parole, la tutela dell'investitore si deve manifestare anche nei casi di malfunzionamento del software che comporta a sua volta fallacia nella definizione del rischio o della proposta di investimento. In tal caso infatti, si manifesta un'operazione che, la conoscenza preventiva dell'esistenza dell'elemento negativo o dannoso, ne avrebbe impedito la conclusione.

Quello che ne deriva al termine dell'analisi normativa della fattispecie è che le disposizioni MiFID I e II riguardanti l'attività di consulenza finanziaria possano estendersi anche al profilo automatizzato del servizio. Il carattere tecnologico viene considerato sotto molti aspetti neutrale ai fini della valutazione giuridica del RA. Tuttavia, si è visto come in determinate situazioni i rischi complessivi che possono giungere dalla digitalizzazione del servizio siano diversamente trattati dalla disciplina. La tutela del risparmio e degli investitori rimangono al centro dell'interesse del legislatore, soprattutto in relazione alla novità indotta dal servizio.

Ciò che ci si aspetta in futuro è l'introduzione di nuove norme anche nei codici tradizionali della materia, come per esempio nel TUF e nel TUB, in modo tale da rendere il fenomeno delineato anche sotto l'aspetto formale. Inoltre, dato il grande successo ed il *trend* in crescita che non sembra assestarsi, la speranza è di vedere un comparto normativo allineato anche con gli altri ordinamenti europei. Si contribuirebbe in questo modo allo sviluppo dell'armonizzazione economica e sociale tra i vari stati, elemento posto alle fondamenta della costituzione dell'Unione Europea.

⁵⁹ Gruppo di lavoro Consob, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, Università Bocconi, Università di Pavia, Università di Roma 'Tor Vergata', Università di Verona, 2019, "*La digitalizzazione della consulenza in materia di investimenti finanziari*", Quaderni FinTech Consob.

2.4 I PRINCIPALI PLAYER DI MERCATO

Una volta delineati il contesto e la struttura operativi della fattispecie del Robo-Advisoring, è opportuno verificare chi sono coloro che operano all'interno di questo settore.

Ad oggi, la diffusione nel mercato conta all'incirca 300 piattaforme che offrono il servizio di Robo-Advisory. Ognuna di esse ha delle caratteristiche che le accomuna alle altre, ma a seconda del distributore e degli obiettivi che si prefigge di raggiungere, si manifestano servizi differenti. Particolarmente interessante è l'aspetto relativo all'*asset management*. Il mondo accademico a questo proposito ha offerto un principale contributo con il modello di *Markowitz* (del quale se ne parlerà nel capitolo successivo), da cui si sono sviluppate poi gran parte delle proposte a venire. Come conseguenza di ciò, la grande maggioranza dei portafogli finanziari vengono concepiti secondo queste logiche, alle quali si applicano poi criteri e valutazioni propri di coloro che prestano la consulenza.

Ai fini di questo elaborato è stata condotta un'indagine con lo scopo di verificare se effettivamente anche i RAs presenti nel mercato adottino questo genere di criteri di selezione. L'analisi è stata condotta su un campione di 110 piattaforme di Robo-Advisory provenienti da diverse aree geografiche. Sono stati presi in considerazione i maggiori RAs americani, europei ed asiatici, in modo tale da comprendere una quota significativa di *asset under management*. Per verificare le caratteristiche di ciascuna piattaforma sono state raccolte le informazioni disponibili sui siti internet proprietari in modo tale da ricavarne le più veritiere e rilevanti. Il focus è stato impostato su cinque diversi profili per far sì che sia possibile comprendere le dimensioni e la forza competitiva del robot analizzato. A questo fine, la prima variabile considerata è relativa al valore complessivo dei risparmi gestiti, così facendo si è potuto esaminare le realtà più mature e stabili. Purtroppo, non tutte le piattaforme rendono disponibile questa informazione, ma nella maggior parte dei casi è possibile basarsi su quanto indicato all'interno di siti specializzati su stime aziendali⁶⁰. Sarà poi analizzato il numero di *asset class*, cioè differenti categorie che raggruppano gli strumenti in base a particolari specificità comuni. Strettamente legati ad esse vi sono gli obiettivi dell'investimento. Molti RAs permettono all'investitore di decidere una particolare strategia in base agli scopi che si prefigge di raggiungere tramite il servizio. In base all'obiettivo, solitamente, vengono proposte almeno tre tipologie di portafoglio su cui investire: a basso rischio, a rischio moderato ed a rischio elevato, ovviamente ciascuna in linea con il profilo del cliente. Gli ultimi due aspetti oggetto dell'analisi condotta sono probabilmente i più importanti ai fini della ricerca, in quanto relativi alla struttura che conforma l'attività del robot. Si parla a riguardo dei *layer* di *asset management*, il cui focus si basa sul grado di automaticità del sistema, e sulla metodologia impiegata nell'approccio alla selezione degli strumenti.

Di seguito vengono riportati i risultati relativamente alle informazioni tratte per i RAs oggetto dello studio e la relativa legenda.

⁶⁰ A riguardo si possono consultare www.statista.com e/o www.investopedia.com.

Tabella 2.3: *Elenco Robo-Advisors, posizione da 1 a 23.*

N°	ROBO ADVISOR	AUM	ASSET ALLOCATION	AML
1	ACORNS	\$ 1 Billion	MV + constr.	Quant
2	ALLY INVEST MANAGED PORTFOLIOS	\$ 4.7 Billion	MV + constr. & VaR	Quant
3	ALPHIEWEALTH	–	MV + constr. & VaR	Quant
4	ASSETBUILDER	\$ 735 Million	MV + constr.	Quant
5	BALOISE MONVISO	Not Yet Allowed	MV + constr. & VaR & SHO	Hybrid
6	BETTERMENT	\$ 18 Billion	MV & B-L & CAPM	Hybrid
7	BEVESTOR	€ 10 Million	RE	Hybrid
8	BfV ETF DEPOT	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
9	BIRDEE - SUTORBANK	€ 220 Million	MV + constr.	Quant
10	BLOOM	\$ 3 Billion	MV + constr. & VaR	Hybrid
11	CASTELL INSIGHT	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant
12	COMINVEST	€ 350 Million	MV + constr.	Hybrid
13	DESCARTES FINANCE	Not Yet Allowed	MV + constr. & CAPM	Hybrid
14	EASYFOLIO	€ 150 Million	MV + constr.	Quant
15	EASYVEST	€ 50 Million	MV + constr.	Hybrid
16	ELLEVEST	\$ 192 Million	MV & LDI	Hybrid
17	ELVIA e-INVEST	CHF 100 Million	MV + constr.	Quant
18	ePRIVATE BANKING	CHF 170 Million	MV + constr. & VaR	Quant
19	ETF MATIC	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant
20	eTORO	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant
21	eTRADE CORE PORTFOLIOS	\$ 6.2 Billion	MV + constr.	Hybrid
22	EUCLIDEA	€ 200 Million	MV + constr.	Hybrid
23	FEELCAPITAL	€ 1.7 Billion	MV + constr. & VFL	Quant

Tabella 2.4: *Elenco Robo-Advisors, posizione da 24 a 48.*

24	FIDELITYGO	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant
25	FINANBEST	Not Yet Allowed	MV & B-L & CAPM	Hybrid
26	FINIZENS	€ 3 Billion	MV + constr. & CAPM	Quant
27	FINTEGO	€ 100 Million	MV + constr.	Hybrid
28	FUNDAMENTAL CAPITAL	Not Yet Allowed	VI	Quant
29	FUNDSHOP	€ 3 Million	MV + constr.	Quant
30	FUTURE ADVISOR (BlackRock)	\$ 1.2 Billion	MV + constr.	Hybrid
31	GINMON	€ 200 Million	MV + constr. & CAPM	Quant
32	GROWNEY	€ 150 Million	MV + constr.	Hybrid
33	HEDGEABLE	€ 80 Million	MV + constr. & VaR	Quant
34	HIGHWAVE CAPITAL	Not Yet Allowed	BFP	Hybrid
35	INBESTME	€ 100 Million	MV + constr.	Quant
36	INDEXA CAPITAL	€ 150 Million	MV & CAPM	Quant
37	INSORO	Not Yet Allowed	MV + constr. & VaR	Quant
38	INTERACTIVE ADVISORS	\$ 83 Million	MV & B-L	Hybrid
39	INVESTIFY	€ 100 Million	MV + constr.	Quant
40	JUSTWEALTH	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
41	KAPILENDO	Not Yet Allowed	RD	Hybrid
42	KEYPRIVATE	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
43	LIFTOFF	\$ 1 Billion	MV + constr. & VaR	Quant
44	LIQID	€ 260 Million	MV + constr.	Hybrid
45	M1 FINANCE	\$ 500 Million	MV + constr.	Hybrid
46	MARIE QUANTIER	Not Yet Allowed	–	–
47	MEETINVEST	Not Yet Allowed	MV + constr. & CAPM	Hybrid
48	MINVEO	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant

Tabella 2.5: *Elenco Robo-Advisors, posizione da 49 a 71.*

49	MODERN ADVISOR	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
50	MONEY FILTER	Not Yet Allowed	MV + constr. & CAPM	Quant
51	MONEY ON TOAST	£ 350 Million	MV + constr.	Hybrid
52	MONEYFARM	€ 700 Million	MV + constr.	Hybrid
53	MONEYMAKER	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant
54	MOOLA	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
55	MOTIF INVESTING	\$ 175 Million	MRM	Quant
56	NALO	Not Yet Allowed	MV + constr. & CAPM	Hybrid
57	NECTAR DIGITAL WEALTH	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
58	NEST WEALTH	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant
59	NUTMEG	£ 1.5 Billion	MV + constr.	Quant
60	OSKAR	Not Yet Allowed	MV + constr. & VaR	Quant
61	PENINGAR	Not Yet Allowed	T - B & MV + constr.	Quant
62	PERSONAL CAPITAL	\$ 11.6 Billion	MV + constr.	Hybrid
63	PIXIT - TARGO BANK	Not Yet Allowed	MV + constr. & VaR	Quant
64	PLUS (Fineco Bank)	€ 4.3 Billion	MV + constr.	Hybrid
65	QUIRION	€ 160 Million	MV + constr.	Hybrid
66	REBALANCE IRA	\$ 500 Million	MV + constr.	Hybrid
67	ROBIN - MAX BLUE	€ 150 Million	MV + constr. & VaR	Hybrid
68	ROBOBOX:	Not Yet Allowed		Hybrid
68.1	ALFA SCF		MV + constr.	
68.2	AMBROSETTI ASSET MANAGEMENT		EBPA	
69	SAXOSELECT	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant
70	SCALABLE CAPITAL	€ 2 Billion	MV + constr. & VaR	Hybrid
71	SCHWAB INTELLIGENT PORTFOLIOs	\$ 41 Billion	MV + constr.	Hybrid

Tabella 2.6: *Elenco Robo-Advisors, posizione da 72 a 94.*

72	SELMA FINANCE	CHF 200 Million	-	Hybrid
73	SIGFIG	\$ 120 Million	MV + constr.	Quant
74	SIMPLEWEALTH	CHF 1 Million	MV + constr.	Hybrid
75	SOFI WEALTH MANAGEMENT	\$ 4.3 Billion	MV + constr.	Hybrid
76	SOLIDVEST	Not Yet Allowed	B - L	Hybrid
77	SPEEDINVEST	€ 200 Million	MV + constr.	Hybrid
78	STASH	\$ 40 Million	MV + constr.	Quant
79	SWANEST	Not Yet Allowed	MV + constr. & CAPM	Quant
80	SWISSQUOTE	CHF 225 Million	MV + constr. s & VaR	Quant
81	TD Ameritrade Essential & Selecting Portfolios	\$ 19.9 Billion	MV + constr.	Hybrid
82	TIAA PERSONAL PORTFOLIOS	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
83	TINABA (Banca Profilo)	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
84	TRUEVEST	€ 100 Million	MV + constr. & VaR	Hybrid
85	TRUEWEALTH	CHF 200 Million	CAPM	Quant
86	UBS	Not Yet Allowed	-	-
87	UNITED INCOME	\$ 570 Million	MV + constr.	Hybrid
88	VALIDEA LEGENDS ADVISOR	\$ 5 Million	MV + constr.	Hybrid
89	VANGUARD PERSONAL ADVISORY SERVICE	\$ 140 Billion	MV + constr.	Hybrid
90	VISUALVEST	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
91	VIVIDAM	Not Yet Allowed	MV + constr.	Hybrid
92	VZ FINANZPORTAL	CHF 2 Billion	MV + constr.	Quant
93	WARBURG NAVIGATOR	Not Yet Allowed	MV + constr. & VaR	Quant
94	WEADVISE	€ 200 Million	-	Hybrid

Tabella 2.7: *Elenco Robo-Advisors, posizione da 95 a 110.*

95	WEALTH HORIZON	Not Yet Allowed	MV + constr. & CAPM	Hybrid
96	WEALTH SIMPLE	\$ 4 Billion	MV + constr.	Hybrid
97	WEALTHBAR	CAD 275 Million	MV + constr.	Quant
98	WEALTHFRONT	\$ 20 Billion	MV & B-L & CAPM	Hybrid
99	WELTSPAREN	€ 100 Million	MV + constr. & VaR	Quant
100	WA CAI	\$ 261 Million	MV + constr.	Hybrid
101	WEVEST CAPITAL	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant
102	WHITEBOX	€ 200 Million	MV + constr.	Hybrid
103	WISEBANYAN	\$ 170 Million	MV + constr.	Quant
104	WMD CAPITAL	Not Yet Allowed	MV + constr. & VaR & SRRI	Hybrid
105	WUSTENROT	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant
106	YELLOW ADVICE (CheBanca!)	€ 4 Billion	MV + constr.	Hybrid
107	YOMONI	€ 1 Billion	MV + constr.	Quant
108	ZACKS ADVANTAGE	\$ 100 Million	MV + constr.	Hybrid
109	ZEEDIN	Not Yet Allowed	MV + constr. & VaR	Hybrid
110	ZEN ASSETS	Not Yet Allowed	MV + constr.	Quant

Figura 2.2: *Legenda elenco Robo-Advisors.*

Legenda:
AUM = Asset Under Management
AML = Asset Management Layer
MV = Mean-Variance model
B - L = Black & Litterman approach
CAPM = Capital Asset Pricing Model
EBPA = Evidence Based Performance (Approccio basato sulla matematica dei frattali)
LDI = Liability - Driven Investment
SRRI = Synthetic Risk Reward Indicator
RE = Resample Efficiency (Michaud)
VI = Value Investing (Graham & Buffet)
SHO = Strategic House Opinion
T -B = Traynor & Black approach
RD = Ray Dalio approach
VFL = Vital Financial Line
MTM = Motif Risk Model (modello proprietario basato su una struttura di regressione lineare per molteplici fattori di rischio)
BFP = Behavioural Finance Principles

I risultati emersi dalla ricerca mostrano una chiara propensione all'applicazione di modelli e tecniche derivanti dalla teoria finanziaria "classica". Si evince, infatti, una distinta maggioranza per l'utilizzo dei criteri di media-varianza, del modello *Black & Litterman*, del *Capital Asset Pricing Model*⁶¹ e l'applicazione del *Value at Risk* (e sue varianti) come misura del rischio.

⁶¹ Si tratta dei principali metodi di derivazione matematica utilizzati per l'implementazione di portafogli finanziari.

Chiaramente ogni distributore implementa il modello partendo dai teoremi classici per giungere poi a soluzioni personalizzate rispetto alla propria tipologia di offerta. Tuttavia, nonostante ogni distributore implementi la struttura del RA secondo le proprie conoscenze e capacità, la struttura alla base al metodo di *asset allocation* è fondata su caratteristiche e peculiarità comuni a ciascuno di essi. La conseguenza logica è che permangono lacune dovute alla costruzione di questi modelli. Questo si traduce soprattutto in ottica di gestione del rischio, specialmente quando il robot ragiona in modo quantitativo senza il supporto di operatori umani. In queste piattaforme infatti, i *trading system* implementati comportano sottostime del rischio particolarmente rilevanti. Periodi di transizione sono difficilmente percettibili da questi sistemi automatici, causando importanti conseguenze anche in termini di rendimento.

Lo scopo di un RA è quello di offrire una prestazione di consulenza finanziaria ad elevato valore aggiunto senza l'ausilio dell'intervento umano (o perlomeno limitandolo). Per giungere a risultati più soddisfacenti sembrerebbe preferibile una rivisitazione dei metodi valutativi per i titoli, al fine di determinare delle soluzioni finanziariamente più solide e, soprattutto, in modo del tutto automatico.

Ciò che ci si propone di fare all'interno del presente elaborato è quindi verificare la presenza di metodi e strategie che permettano di giungere a soluzioni implementabili in questi servizi che consentano di garantire un equilibrato livello di rischio. Per fare questo è indispensabile approfondire le tematiche relative alla struttura attualmente utilizzata da queste piattaforme e successivamente confrontarla con un metodo alternativo. Per questo motivo nei prossimi capitoli l'attenzione sarà centrata sull'analisi della fase di *asset allocation*, della quale particolare interesse sarà rivolto all'aspetto di gestione del rischio. A tal fine, il Capitolo successivo è dedicato all'analisi del modello media-varianza, base della finanza quantitativa sul quale si sono sviluppati tutti i principali metodi di selezione di portafoglio utilizzati anche dalle piattaforme di Robo-Advisory analizzate. Lo scopo finale sarà quello di proporre un modello che possa colmare alcune delle lacune operative di questi metodi e che consenta al cliente di investire in portafogli il cui rischio viene misurato con tecniche all'avanguardia.

Capitolo 3

Strategia di *asset allocation*, dal modello di Markowitz all'implementazione nei Robo-Advisors

Gli argomenti trattati all'interno di questo Capitolo sono utili per porre le basi della strategia di *asset allocation* da implementare in un Robo-Advisor. Prima di definire i metodi e le tecniche applicate nella proposta che verrà presentata nel prosieguo dell'elaborato, è importante identificare quali sono gli aspetti e le variabili che vengono affrontate in un problema di *portfolio selection*. Per affrontare questo tema è indispensabile approfondire il modello media-varianza, pietra miliare della finanza quantitativa, proposto negli anni '50 da Harry Markowitz. Questo punto di partenza è necessario per verificare come ulteriori modelli ed approcci più aggiornati si sono sviluppati al fine di giungere alla definizione di alternative applicabili ad approcci operativi, come il caso di Robo-Advisory.

3.1 INTRODUZIONE ALLA TEORIA DI PORTAFOGLIO

Harry Markowitz è considerato uno dei padri fondatori della teoria economica finanziaria. I suoi studi pionieristici sulla materia gli hanno valso il riconoscimento del Premio Nobel per l'economia nel 1990, condividendolo con altri due luminari della finanza, William Sharpe e Merton Miller. Il premio gli fu assegnato per i risultati ottenuti con l'opera "*Portfolio Selection*", base della ben nota *Modern Portfolio Theory*. Si tratta di un modello che, partendo dal concetto di diversificazione, cioè dall'idea che, aggregando diverse tipologie di *assets* finanziari, si giunge alla costituzione di un paniere di titoli il cui rischio complessivo è inferiore alla somma dei rischi di ogni singolo *asset*. Il metodo proposto da Markowitz segue un approccio elegante, tramite il quale è possibile trovare una soluzione ad un problema di ottimizzazione che cerca il migliore, in qualche senso che verrà specificato in seguito, tra i portafogli disponibili. Con portafoglio si intende un insieme di titoli detenuti da un unico investitore in una determinata proporzione, le cui caratteristiche intrinseche di ogni singolo *asset* influenzano in modo rilevante quelle dell'intero paniere. Prima di presentare il metodo elaborato da Markowitz, essenziale per l'evoluzione della Teoria di Portafoglio, è necessario richiamare una serie di concetti fondamentali al fine di comprendere appieno il valore di tale proposta.

Lo scenario che si configura può essere comparato, sotto certi aspetti, a quanto solitamente viene trattato nell'ambito microeconomico della teoria del consumatore, relativamente ai processi di scelta in condizione di incertezza in un orizzonte multiperiodale. Nella fattispecie in esame, tuttavia, si parlerà di investitori (non più di consumatori), i quali avranno come obiettivo quello di definire la composizione di un portafoglio che gli permetta di ricevere un livello minimo di remunerazione in relazione al grado di rischio assunto. È immediato comprendere che la natura dell'investimento è di tipo previsionale. Per questo motivo, l'analisi che viene eseguita in questo

contesto racchiude un qualche livello di incertezza, derivante dal fatto che il prezzo futuro è ignoto a priori. Da questo punto di vista, infatti, ciascun singolo *asset* può essere visto come una variabile descritta da due elementi fondamentali per la Teoria di Portafoglio: il rendimento ed il rischio. La quantificazione in termini numerici di questi aspetti deriva dallo studio e dall'analisi delle serie storiche relative al prezzo di ciascun titolo, le quali saranno utili per stimare i prezzi futuri che saranno infatti trattati come variabili casuali. Prima di osservare come comporre un portafoglio sarà quindi importante capire che cosa si intende quando si parla di rendimento e di rischio.

In primo luogo, è indispensabile osservare che esiste una relazione diretta tra il prezzo di un titolo ed il concetto di rendimento. Partendo dalla serie storica del medesimo titolo è possibile calcolarne il rendimento secondo due approcci:

- Il primo metodo, il più semplice, permette di calcolare il cosiddetto rendimento percentuale, il quale si ottiene mediante la formula:

$$R_{\%,\Delta t} = \frac{P_{t+1} - P_t}{P_t}$$

dove:

- P_t , è il prezzo iniziale;
- P_{t+1} , è il prezzo nell'istante temporale⁶² successivo;

È da notare come i rendimenti in questo caso siano calcolati seguendo il regime di interesse semplice. Va tuttavia evidenziato il fatto che sono stati omessi i dividendi, in quanto trascurabili ai fini della spiegazione teorica dei modelli di selezione di portafoglio;

- Il secondo metodo prevede invece che, in alternativa, i rendimenti vengano espressi in termini logaritmici. Pertanto, il rendimento logaritmico si calcola con la seguente formula:

$$R_{ln,\Delta t} = \ln\left(\frac{P_{t+1}}{P_t}\right)$$

L'approccio logaritmico segue il regime dell'interesse composto. Viene per questo motivo considerato più adeguato in quanto descrive la relazione di prezzo usata nei mercati finanziari.

⁶² Il rendimento può essere calcolato considerando diverse cadenze temporali. Può essere infatti espresso in termini quotidiani, settimanali, mensili e così via. Per le analisi che saranno condotte in questo elaborato saranno presi in considerazione rendimenti giornalieri.

I risultati che si ottengono con i due diversi approcci, tuttavia, non sono equivalenti, ed il motivo risiede nel fatto che il metodo percentuale non è additivo del tempo. La logica di portafoglio si sviluppa considerando un orizzonte temporale orientato al medio-lungo periodo, pertanto l'approccio logaritmico si adatta in modo migliore all'attività di *asset management*. Ciò nonostante, è possibile dimostrare attraverso l'espansione in serie di Taylor⁶³, come il differenziale che si riscontra dal confronto tra i due tipi di rendimento sia generalmente di un'entità davvero minima, e pertanto trascurabile.

La ridotta differenza comporta una forte tendenza a preferire l'utilizzo del rendimento percentuale. Questo approccio risulta essere più semplice sia da un punto di vista operativo, sia in termini di comunicazione con i clienti nell'attività di consulenza.

Il rendimento complessivo del titolo considerato sarà pertanto determinato dal valore medio di tutti i dati intermedi osservati.

Per quanto riguarda invece l'aspetto relativo alla rischiosità dell'*asset*, questo viene inteso osservandone la volatilità. Quando si parla di qualcosa di volatile si vuole intendere qualcosa di particolarmente instabile e difficile da controllare; questo viene misurato in termini statistico-finanziari tramite la varianza della distribuzione dei rendimenti del rispettivo *asset*. Questa misura è ampiamente diffusa ed utilizzata sia negli studi in materia finanziaria, che in altre discipline. Già nel 1900, infatti, L. Bachelier ebbe l'intuizione di descrivere la distribuzione dei rendimenti assumendo come ipotesi la forma distributiva Normale, o Gaussiana. Si tratta di un particolare approccio statistico proposto da C. F. Gauss, da cui prende il nome, che permette di descrivere molteplici fenomeni sia naturali che sociali. Il presente approccio consente di descrivere la distribuzione delle variabili osservate attraverso l'utilizzo dei primi due momenti, la media e la varianza. La relazione studiata da Bachelier in "*Théorie de la spéculation*" si basava sull'osservazione della frequenza con cui certi rendimenti si manifestarono. Tale intuizione fu ripresa successivamente da Markowitz, che definì l'approccio "media-varianza" appunto, e da molti altri studiosi del campo, derivando alle attuali teorie di portafoglio. La varianza è infatti un indicatore statistico che permette di misurare la dispersione della distribuzione e per questo motivo può essere un buon punto di partenza per studiare la volatilità di un titolo. A questo punto non resta che esprimere in termini statistici quanto detto.

Sia X_i una variabile casuale, tale che $X_i = \{x_1p_1, x_2p_2, \dots, x_Np_N\}$, dove x_i è la i -esima realizzazione della variabile X_i , N il numero di realizzazioni e p_i è la probabilità associata ad ogni i -esima realizzazione e sia $0 \leq p \leq 1$, e che $\sum_{i=1}^N p_i = 1$. La varianza può esprimersi come:

$$Var(x) = \sum_{i=1}^N (x_i - E(x))^2 \times p_i \quad (3.1)$$

⁶³ La dimostrazione di quanto detto viene proposta attraverso l'applicazione della seguente formula: $R_{ln,\Delta t} = \ln(1 + R_{\%,\Delta t}) = R_{\%,\Delta t} - \frac{R_{\%,\Delta t}^2}{2} + \frac{R_{\%,\Delta t}^3}{3} - \frac{R_{\%,\Delta t}^4}{4} + \dots$

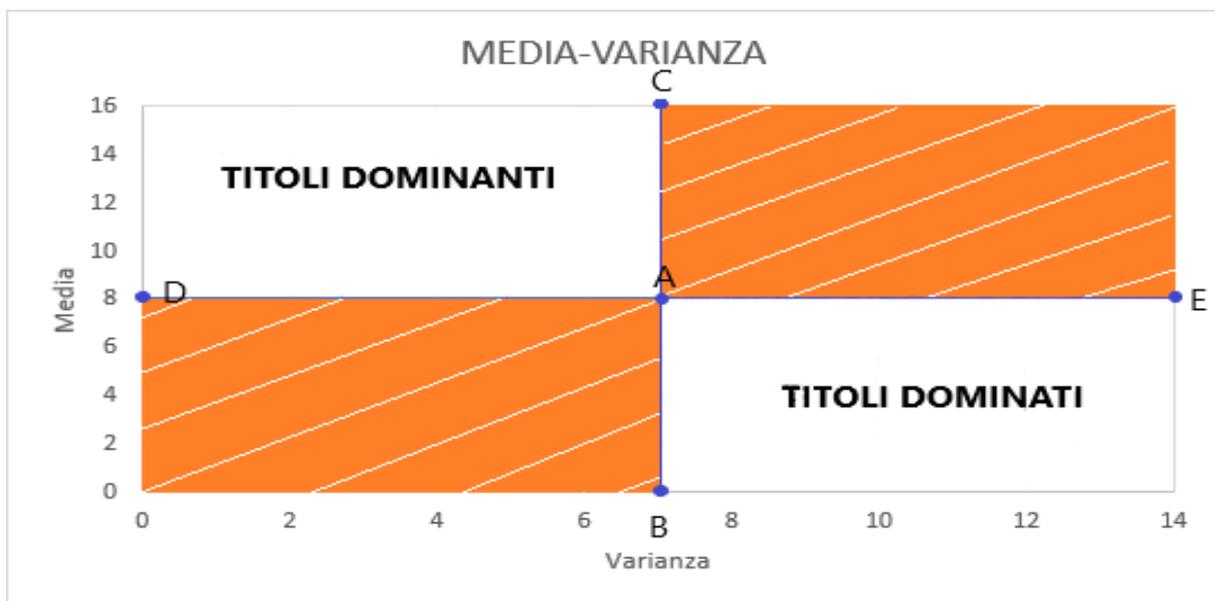
dove, $E(x)$ ⁶⁴ indica la media dei rendimenti di un *asset*.

È necessario tuttavia evidenziare che, nella maggior parte delle applicazioni operative, la varianza viene tradotta nella cosiddetta “*standard deviation*” per esprimere il concetto di rischio. Questa misura, ad ogni modo, è una semplice derivazione della varianza e si esprime:

$$SD(x) = \sqrt{Var(x)}$$

Descrivere i titoli in questi termini permette essenzialmente di eseguire un primo confronto al fine di determinare quali saranno i titoli da selezionare per comporre il portafoglio finanziario. È infatti possibile eseguire una “preselezione” basata sul concetto di dominanza stocastica mediante la quale specificare un criterio di efficienza per gli *asset*. Questo avviene tramite la costruzione del cosiddetto “piano media-varianza”, all’interno del quale si possono individuare quali saranno i titoli dominanti, quelli dominati e quelli per cui non è possibile eseguire un confronto. In altre parole, il criterio di dominanza si può tradurre dicendo che qualsiasi investitore a parità di rendimento tra due titoli sceglierà sempre quello con varianza, o rischio, inferiore. Specularmente vale anche che, a parità di rischio l’investitore sarà portato a selezionare il titolo con rendimento maggiore. Per meglio comprendere questo concetto è possibile rappresentarlo graficamente come nella seguente figura.

Figura 3.1: Piano di media-varianza per la rappresentazione del concetto di dominanza stocastica.



Per costruzione la varianza non assume mai un valore negativo, per questo motivo i valori negativi dell’asse delle ascisse non saranno considerati. Il titolo oggetto di questa analisi sarà

⁶⁴ È la misura del rendimento di una scelta di investimento, tradotto con il valore atteso della variabile x . Questo si esprime come $E(x) = \sum_{i=1}^N x_i p_i$.

quello denominato “A”, il quale giace sul punto di contatto tra i vertici dei rettangoli determinati nel piano. Questo *asset* sarà pertanto confrontato con gli altri potenziali candidati alla composizione del portafoglio. Tutti i titoli che si posizionano all’interno dello spazio di nord-ovest saranno dominanti rispetto ad A. Viceversa, ogni titolo che giace all’interno dello spazio a sud-est in relazione ad A sarà considerato dominato dal medesimo. Per quanto riguarda invece gli spazi colorati, rispettivamente nelle posizioni di nord-est e sud-ovest, questi conterranno una serie di titoli che non potranno essere confrontati rispetto ad A secondo il criterio di dominanza sul piano media-varianza.

Una volta posto il confronto con un numero sufficiente di *asset*, è possibile impostare le basi per la composizione del portafoglio aggregando ciascuno di essi. Come nel caso di ogni singolo *asset*, anche a livello di portafoglio è necessario studiarne le statistiche descrittive, intese come i momenti di media e varianza della distribuzione dei rendimenti. Per fare questo è necessario riprendere i valori calcolati per i singoli titoli ed aggregarli all’interno dell’insieme totale. Questo procedimento avviene in modo differente a seconda che si stia studiando il rendimento o la varianza, in quanto le costruzioni sono differenti. Il primo caso infatti prevede che ciascun rendimento venga pesato nel portafoglio in relazione alla quota investita nel rispettivo *asset*. Pertanto, un portafoglio composto da N titoli si può esprimere in termini di rendimento nel seguente modo:

$$R_p = x_1R_1 + x_2R_2 + \dots + x_NR_N = \sum_{i=1}^N x_iR_i$$

dove, \mathbf{x}_i è il vettore delle percentuali $[x_1, x_2, \dots, x_N]$ relative ad ogni titolo tali che $\sum_{i=1}^N x_i = 1$ ⁶⁵, mentre \mathbf{R}_i è il vettore $[R_1, R_2, \dots, R_N]$ che contiene le informazioni relative ai rendimenti

intermedi calcolati. La presente relazione funge da base per sviluppare in secondo luogo il valore atteso del rendimento del portafoglio, il quale si ottiene invece con la formula:

$$E(R_p) = E(x_1R_1 + x_2R_2 + \dots + x_NR_N) = E\left[\sum_{i=1}^N x_iR_i\right] = r_p$$

dove, \mathbf{r}_p è il vettore dei rendimenti attesi $[r_1, r_2, \dots, r_N]$.

Il processo di calcolo della rischiosità di un titolo diventa leggermente più complesso. È infatti necessario non solo il calcolo della varianza della variabile, ma deve essere considerato anche il modo in cui il rendimento di un titolo si muove in seguito a variazioni del rendimento di un altro *asset* contenuto nel portafoglio. Prima di rappresentare in forma analitica questa misura è necessario illustrare almeno due delle proprietà di cui gode, in modo tale da comprenderne appieno la struttura quando si aggregano più variabili. Per la varianza vale infatti che:

⁶⁵ In questo modo viene sottointeso che viene investito l’intero capitale a disposizione.

- $Var(X + Y) = Var(X) + Var(Y) + 2Cov(X, Y)$ ⁶⁶;
- $Var(\alpha X) = \alpha^2 Var(X)$.

A questo punto, se si considerano nuovamente il vettore dei rendimenti attesi dei singoli *asset* $R_i = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$ ed il vettore dei pesi di ponderazione $X_i = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$, i rischi dell'intero portafoglio si possono esprimere come:

$$\begin{aligned} Var(R_p) &= Var(x_1 r_1 + x_2 r_2 + \dots + x_n r_n) \\ &= Var(x_1 r_1) + \dots + Var(x_n r_n) + Cov(x_1 r_1, x_2 r_2) + \dots + Cov(x_1 r_1, x_n r_n) \\ &\quad + \dots + Cov(x_n r_n, x_{n-1} r_{n-1}) \\ &= x_1^2 Var(r_1) + x_2^2 Var(r_2) + \dots + x_n^2 Var(r_n) + x_1 x_2 Cov(r_1, r_2) + \dots \\ &\quad + x_1 x_n Cov(r_1, r_n) + \dots + x_n x_1 Cov(r_n, r_1) + \dots + x_n x_{n-1} Cov(r_n, r_{n-1}) \end{aligned}$$

Il tutto si può poi sinteticamente descrivere nell'espressione:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^N x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N x_i x_j \sigma_{i,j} \quad (3.2)$$

La parte a destra della (3.2) può essere scomposta in due elementi da analizzare. Prendendo in considerazione la prima sommatoria bisogna notare che l'esponente di potenza pari renderà sempre il risultato positivo. Per quanto riguarda invece la seconda componente, la covarianza, possono essere assunti anche valori inferiori a 0 a causa di possibili associazioni discordanti tra i valori delle variabili. Il valore che la covarianza assume, svolge un ruolo fondamentale per la struttura di dipendenza tra i titoli e verificare come essa impatti sulla rischiosità totale è uno dei passaggi fondamentali della Teoria di Portafoglio. Quando la covarianza è minore di 0, infatti, si verifica un effetto di controbilanciamento, in quanto l'andamento dei titoli sarà inversamente proporzionale tra loro. Se questo è vero, allora il valore della varianza, sarà tanto più basso quanto più basso risulti il valore della correlazione tra i singoli titoli, facendo così diminuire anche la rischiosità del portafoglio.

Un altro importante concetto è proprio quello di correlazione, il quale riguarda un'ulteriore misura utilizzata per calcolare il grado di dipendenza lineare tra due titoli. La correlazione viene espressa tramite il cosiddetto coefficiente di Pearson e, per costruzione, assume un valore all'interno dell'intervallo $[-1, 1]$. La costruzione di tale coefficiente è data dalla formula:

$$\rho_{i,j} = \frac{\sigma_{i,j}}{\sigma_i \sigma_j}$$

dove, $\sigma_{i,j}$ è la covarianza tra l'*i*-esimo ed il *j*-esimo titolo, mentre $\sigma_i \sigma_j$ è il prodotto tra le rispettive *standard deviation*. Il coefficiente di Pearson permette di riscrivere la covarianza

⁶⁶ Cov sta per covarianza, la quale è una misura che spiega quanto si muovono assieme due variabili. Si esprime nei seguenti termini: $Cov(X, Y) = E[XY] - E[X]E[Y]$.

secondo la relazione $\sigma_{i,j} = \sigma_i \sigma_j \rho_{i,j}$, il che a sua volta permette di esprimere la forma sintetica della (3.2) in modo alternativo:

$$\sum_{i=1}^N x_i^2 \sigma_i^2 + 2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N x_i x_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j$$

Infine, vi è un terzo metodo per esprimere la (3.2), il quale sarà utilizzato per la formalizzazione del problema di ottimizzazione per la selezione di portafoglio proposta da Markowitz. A tal riguardo si fa riferimento alla rappresentazione matriciale della varianza che coincide con la rappresentazione sintetica della (3.2), la quale viene espressa nei seguenti termini:

$$\sigma_2^2 = x' V x$$

dove:

- $x' = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, un vettore riga di dimensione $(1 \times N)$;

- $V = \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{1,2} & \cdots & \sigma_{1,n-1} & \sigma_{1,n} \\ \sigma_{2,1} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2,n-1} & \sigma_{2,n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \sigma_{n-1,1} & \sigma_{n-1,2} & \cdots & \sigma_{n-1}^2 & \sigma_{n-1,n} \\ \sigma_{n,1} & \sigma_{n,2} & \cdots & \sigma_{n,n-1} & \sigma_n^2 \end{pmatrix}$, una matrice quadrata di dimensione $(N \times N)$.

Quest'ultimo elemento presenta delle caratteristiche particolari. Più nello specifico, si tratta di una matrice quadrata e simmetrica, la cui diagonale è composta dalle varianze di ciascun titolo, mentre gli altri elementi che la compongono sono le covarianze tra ogni asset.

Giunti a questo punto si dispongono gli elementi necessari per la formalizzazione del modello proposto da Markowitz per la selezione di portafoglio, il quale verrà effettuato mediante un'ottimizzazione vincolata del problema. Soffermarsi su questi aspetti è indispensabile ai fini di questo elaborato, in quanto il fine è quello di replicare il modello di *asset allocation* proposto da un RA, le cui dovute assunzioni verranno descritte nei capitoli successivi.

3.2 FORMALIZZAZIONE DEL MODELLO DI OTTIMIZZAZIONE À LA MARKOWITZ

Una volta in possesso dei requisiti necessari per comprendere gli elementi posti alla base della costruzione di un portafoglio finanziario, è possibile enunciare quanto proposto da Harry Markowitz all'interno del lavoro "*Portfolio Selection*". Il contributo principale dell'opera deriva da un'intuizione legata al concetto di efficienza. Prima di formalizzare questo aspetto però, è necessario enunciare una serie di assunzioni poste all'interno della proposta originale. A tal riguardo si considera:

- Avversione al rischio di tutti gli investitori. È un concetto particolarmente rilevante in quanto implica che di fronte ad un processo decisionale in ambito rischioso un investitore "razionale" preferisce sempre un importo certo piuttosto che una quantità aleatoria. La condizione di rischio incide infatti sui criteri di scelta dei soggetti, la maggior parte dei quali non sono disposti ad assumersi la volatilità di risultato quando come alternativa possono disporre di qualcosa di sicuro. La conseguenza che ne deriva è il fatto che questi individui saranno caratterizzati da una funzione di utilità concava. Il concetto di funzione di utilità è utilizzato in più discipline, ma in questo caso si usa per indicare il livello di soddisfazione di un soggetto in relazione ad un determinato evento. In altre parole, questo assioma può essere interpretato nel seguente modo: perché un investitore scambi il consumo di un bene certo con quello di un bene aleatorio, è necessario che quest'ultimo sia caratterizzato almeno da un valore più elevato rispetto a quello del bene certo;
- Razionalità degli investitori. Come nella teoria dell'utilità attesa classica, anche nella *Modern Portfolio Theory* viene richiamato il concetto di *homo oeconomicus*. Secondo questa assunzione, un soggetto è sempre alla ricerca della massimizzazione della propria funzione di utilità, cioè si suppone che un individuo sia capace di individuare il punto della propria funzione che ne soddisfi maggiormente i propri desideri;
- Orizzonte di investimento uniperiodale. Questa assunzione comporta una grossa limitazione operativa quando il modello viene applicato nella realtà. In una qualsiasi operazione di investimento i soggetti monitorano costantemente la propria posizione ed eventualmente ne modificano l'allocazione. Questo non è tuttavia previsto dal modello di Markowitz, e ne risulta essere uno dei difetti principali essendo questo un modello statico. È stato dimostrato infatti che, bastano sensibili variazioni nei processi che generano i prezzi per comportare grandi differenze nella composizione di portafoglio. La conseguenza che ne deriva è la necessità di importanti rivisitazioni che in termini di costo possono risultare controproducenti;
- Mercati che operano in regime di concorrenza perfetta. Si tratta anche in questo caso di un'assunzione forte, in quanto implica che gli investitori non siano in grado di influenzare i prezzi ed allo stesso tempo che non vi siano opportunità di arbitraggio. La teoria dei mercati concorrenziali prevede a sua volta degli assiomi che non sempre si riscontrano nella realtà.

Per esempio, l'ipotesi di simmetria informativa⁶⁷ è uno degli aspetti più controversi del modello. Gli agenti economici dovrebbero essere tutti caratterizzati dalla stessa disponibilità di dati, di informazioni e di capacità di elaborarli per compiere le proprie valutazioni. In questo modo, la determinazione dei prezzi è garantita dal mero incontro della domanda e dell'offerta;

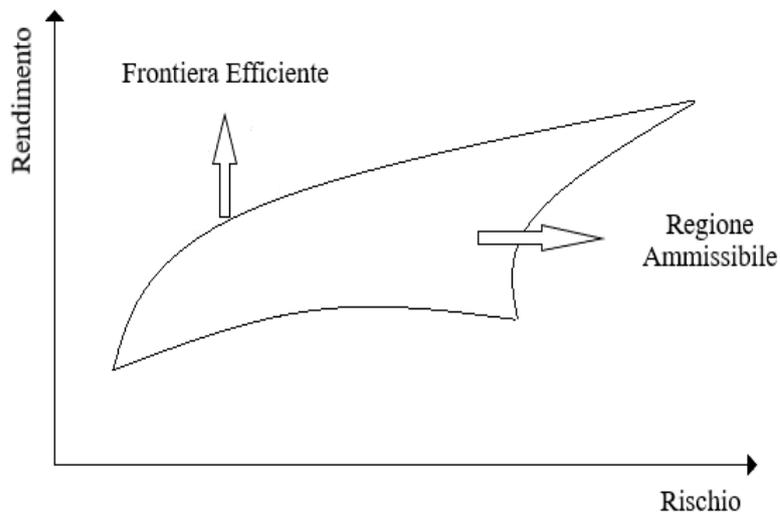
- Mercati privi di frizioni. Ciò implica il fatto che non sono applicati costi di transazione e gli investimenti non sono assoggettati a tassazione. Inoltre, vengono permesse anche le vendite allo scoperto (*short sales*). Si tratta di operazioni finanziarie che incidono sulla composizione del portafoglio finanziario. Le vendite allo scoperto consistono infatti nella vendita di asset non direttamente posseduti dall'investitore, ma solamente presi a prestito. L'operazione viene eseguita in ottica di previsione ribassista del mercato, in quanto ci si attende che alla data di restituzione dell'asset venduto il prezzo sia sceso rispetto a quello dell'istante di vendita. Fa sempre parte all'interno di questo insieme anche l'ipotesi che gli asset considerati possano essere infinitamente divisibili.

Alcuni dei punti su cui si basa la teoria di Markowitz sono degli assunti teorici che chiaramente poco descrivono la realtà empirica. Per questo motivo, negli anni si sono sviluppate numerose proposte sulle basi di questo approccio, al fine di definire teorie più aggiornate e meglio adattate alla realtà operativa. Tuttavia, considerare "vere" le assunzioni di base di questa teoria sono un metodo per semplificare la trattazione formale del processo di ottimizzazione. I risultati cui si deriva sono comunque utili per comprendere un metodo scientifico per la selezione degli *asset*.

Delineati anche gli assunti teorici è possibile formalizzare il problema di ottimizzazione richiesto dalla teoria di portafoglio. A questo punto diventa fondamentale il concetto di efficienza precedentemente accennato, in quanto riguarda il cuore centrale della proposta di Markowitz. Il criterio per la costruzione di portafogli efficienti è quello di individuare la combinazione ideale per minimizzare il rischio complessivo, dato un massimo livello di rendimento, o di massimizzare il rendimento accettando un livello minimo di rischio. In questo modo è possibile determinare un insieme di portafogli efficienti che differiscono tra loro in termini di rischio e rendimento. Se questi venissero posizionati all'interno del piano media-varianza, lo stesso presentato per definire il concetto di dominanza stocastica, allora è possibile definire la cosiddetta frontiera efficiente. La figura che segue permette una rappresentazione di tale concetto.

⁶⁷ Con questa locuzione si intende descrivere una fattispecie in cui tutti i soggetti facenti parte di un processo economico dispongono della stessa mole quantitativa e qualitativa di informazioni e dati. Si tratta di una semplice assunzione per rendere il contesto di valutazione più agevole.

Figura 3.2: *Frontiera dei portafogli efficienti.*



Un portafoglio perché sia ritenuto efficiente deve risultare come soluzione di un problema di ottimizzazione vincolata. Per questo motivo, il contesto può essere rappresentato in via analitica tramite un processo di ottimizzazione con oggetto la minimizzazione della varianza dati alcuni vincoli. Questi ultimi servono per impostare una sorta di criteri da seguire per giungere alla soluzione ottima del problema. È possibile esprimere ciò nel seguente modo:

$$\min_{x_1 \dots x_n} x'Vx$$

$$s. t. \begin{cases} r_p = \pi \\ x'e = 1 \end{cases} = \begin{cases} x'r = \pi \\ x'e = 1 \end{cases}$$

Si tratta di un problema composto da una funzione obiettivo di tipo quadratico, mentre i vincoli sono di tipo lineare. Il primo tra i due permette di fissare un determinato livello di rendimento. In altre parole, per ogni livello di rendimento impostato, il problema genererà la soluzione in termini di paniere di titoli che ne minimizza la varianza. Il secondo vincolo riguarda invece un vincolo di budget, che fissa la quantità investibile nella totalità del capitale a disposizione.

In questo modo si ottengono i portafogli le cui medie e varianze andranno a costituire i punti della frontiera efficiente. Dalla figura sopra proposta è immediato osservare come non necessariamente il portafoglio che offre il massimo rendimento sia anche lo stesso caratterizzato dalla minor varianza. Un'importante considerazione della Teoria di Portafoglio è che esiste un tasso di sostituzione per il quale l'investitore possa aumentare il rendimento al costo di assumersi un rischio più elevato, e viceversa. Lo stesso Markowitz afferma infatti che: “*the*

investor does (or should) consider expected return a desirable thing and variance of return an undesirable thing⁶⁸” (Markowitz, 1952).

La soluzione al problema di ottimizzazione deriva dall'applicazione del metodo dei moltiplicatori di Lagrange. Non è scopo di questo elaborato dare prova della dimostrazione del teorema. Ci si limita qui a dire che, se la matrice di varianza-covarianza è definita positiva, invertibile ed esiste almeno una coppia di rendimenti attesi diversi tra loro, allora è ammessa una soluzione che ne definisca i pesi ottimi per la ponderazione dei titoli inclusi nel portafoglio. La combinazione ottimale viene espressa dalla seguente formula:

$$x^* = \frac{(\gamma V^{-1}r - \beta V^{-1}e)\pi + (\alpha V^{-1}e - \beta V^{-1}r)}{\alpha\gamma - \beta^2}$$

dove:

- $\alpha = r'V^{-1}r$;
- $\beta = e'V^{-1}r$;
- $\gamma = e'V^{-1}e$.

La forma a parabola che caratterizza la frontiera efficiente del piano media-varianza si trasforma in un'iperbole quando si modifica la misura per il rischio con la deviazione standard. Lungo i punti di ciascuna delle figure che si possono ottenere, giacciono i portafogli efficienti secondo il criterio proposto da Markowitz. Tra tutti i portafogli efficienti ottenuti, sul vertice della parabola o dell'iperbole, a seconda della misura di rischio utilizzata, si può individuare una particolare tipologia di portafoglio: si tratta del portafoglio con la varianza inferiore tra tutte le possibili combinazioni efficienti, detto anche *Global Minimum Variance Portfolio* (GMVP).

Generata la frontiera si possono ritenere noti i portafogli efficienti, ma rimane un ulteriore passo da seguire. Un investitore infatti, dovrà decidere a quale di questi panieri di titoli destinare i propri risparmi. È questo il punto in cui sono necessari alcuni richiami del campo microeconomico relativamente all'ambito delle scelte in condizione di incertezza. A tal riguardo, svolge un ruolo particolarmente importante il concetto di funzione di utilità (di Von Neumann-Morgenstern). Occorre precisare che rispetto alla formulazione originale della teoria, in questa sede il consumo è rappresentato da un bene particolare che non condivide i tratti comuni degli altri beni. A tal riguardo si parla della moneta. Altra differenza riguarda poi il contesto operativo tra i due agenti, il consumatore e l'investitore. Il primo infatti opera in un contesto caratterizzato da eventi futuri certi, mentre il secondo compie delle operazioni in un ambiente dove la lunghezza temporale di riferimento influisce sul grado di incertezza.

⁶⁸ H. Markowitz, 1952, "Portfolio selection", The Journal of Finance, pp 77.

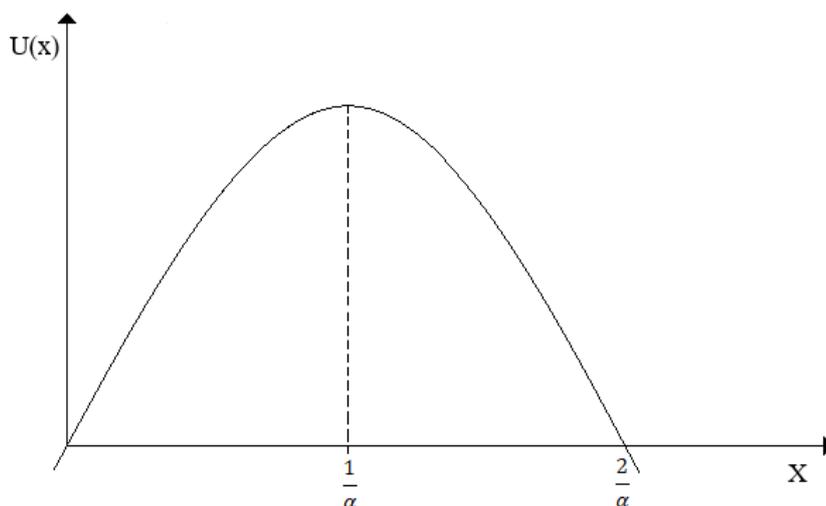
Quest'ultimo aspetto è di fondamentale rilevanza in quanto dovranno essere prese in considerazione le probabilità di realizzazione associate a ciascun evento.

Le caratteristiche della funzione di utilità legata alla moneta la rendono una funzione crescente e concava. Ciò significa che un aumento della ricchezza di un individuo ha un impatto meno che proporzionale quando quest'ultimo è già ricco. Questa affermazione implica il concetto di utilità marginale decrescente. Pertanto, alle proprietà previste per la funzione di utilità del consumatore se ne dovranno implementare ulteriori⁶⁹, le quali però non saranno enunciate in questo elaborato. Si dovrà a questo punto definire una funzione che ne rispetti i requisiti predisposti. I contributi della letteratura sono molteplici, ma quello che meglio si adatta alla fattispecie di ottimizzazione per la selezione di portafoglio riguarda una funzione di utilità quadratica del tipo:

$$U(x) = x - \frac{\alpha}{2}x^2$$

La derivata prima di questa funzione $u'(x) = 1 - \alpha x$ è positiva quando $\alpha < \frac{1}{x}$, e ciò permette di soddisfare l'ipotesi di non sazietà⁷⁰. Quando $\alpha > 0$ è rispettata anche la condizione di avversione al rischio, la quale viene espressa dalla derivata seconda (negativa) di tale funzione: $u''(x) = -\alpha$. Si noti tuttavia la presenza di alcuni difetti strutturali, come per esempio la parte del dominio che supera il punto sulle ascisse $\frac{1}{\alpha}$, dove la funzione comincia a decrescere. Per questo motivo, la seconda parte della parabola sarà trascurata. Quanto detto è riassunto nella seguente immagine.

Figura 3.3: *Funzione di utilità quadratica.*



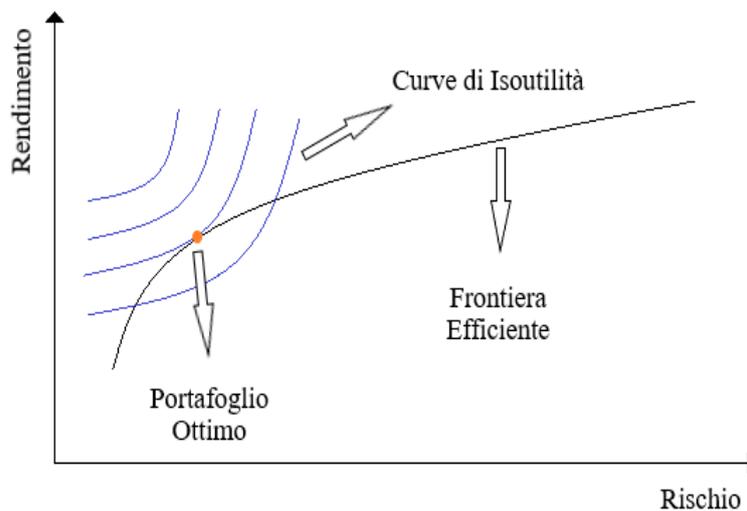
⁶⁹ Si fa riferimento alle proprietà di archimededità, riflessività, completezza e sostituzione.

⁷⁰ Ipotesi che permette di considerare sempre preferibile un'unità aggiuntiva di moneta rispetto alla situazione precedente.

A questo punto sarà necessario determinare il valore di α , il quale rappresenta il coefficiente di avversione al rischio dell'investitore. Considerando il fatto che i valori a destra del punto $\frac{1}{\alpha}$ ⁷¹ sulle ascisse non hanno significato in termini economici, il range entro il quale sarà scelto il valore di α sarà tale per cui $0 \leq \alpha \leq \frac{1}{\max(x)}$.

A questo punto sono disponibili tutti gli elementi per trovare il portafoglio ottimo. Questo sarà in generale individuato dal punto di tangenza tra la frontiera efficiente e la curva di isoutilità⁷² che ne permette di massimizzare le preferenze. Di seguito viene proposta una rappresentazione di quanto trattato.

Figura 3.4: *Portafoglio ottimo.*



In questo modo, sarà possibile trovare il paniere di titoli che massimizza l'utilità per ogni singolo investitore in relazione al grado di avversione al rischio soggettivo.

Tale processo è valido per qualsiasi investitore e per qualsiasi titolo presente sul mercato. Tuttavia, nonostante la generale applicabilità e l'importante intuizione di fondo, questo modello non è stato esente da critiche. Nel paragrafo successivo saranno riportate quelle di maggior rilevanza per l'ambito operativo e che riguardano l'aspetto strutturale.

⁷¹ Viene quindi sottointeso che $\frac{1}{\alpha} \geq \max(x)$.

⁷² Rappresenta un insieme di punti che rappresentano la medesima utilità per il consumatore, o per l'investitore in questo caso.

3.2.1 Limiti operativi e strutturali del modello di Markowitz

Il modello proposto da Markowitz risulta essere sicuramente uno dei contributi più importanti del mondo accademico all'attività di *asset management*. Nel corso degli anni l'autore stesso, ne ha rivisitato più volte la formulazione originale, in modo tale da correggere, sviluppare e migliorare quegli aspetti ritenuti più lacunosi. In particolare, l'obiettivo principale è da sempre quello di rendere qualsiasi modello robusto al fine di poterlo applicare alla realtà operativa. In accordo con quanto sostenuto da Hadamard (Hadamard, 1902), devono essere soddisfatte almeno tre proprietà⁷³ affinché un modello di risoluzione ad un problema sia ben posto. Esso deve infatti ammettere che:

- Esista una soluzione;
- La soluzione sia unica;
- La soluzione cambia al cambiare delle condizioni iniziali⁷⁴.

Spesso, tuttavia, teoremi ed approcci sviluppati dal lavoro di ricerca fanno uso di assunzioni astratte e teoriche che mal si adattano a quanto accade nella quotidianità delle diverse fattispecie.

A tal riguardo, si sono visti in precedenza una serie di postulati che l'autore assume in modo tale da rendere il modello applicabile, almeno teoricamente. Purtroppo, però, concetti come titoli infinitamente divisibili, assenza di opportunità di arbitraggio, assenza di costi di transizione e di altri fattori di attrito nei mercati sono elementi che influenzano la realtà empirica e che pertanto incidono negativamente sulla bontà del modello. Alcune delle successive rivisitazioni sono riuscite a correggere ed integrare tali limiti attraverso l'introduzione di nuove misure di rischio e di ulteriori sistemi di vincoli imposti alla funzione obiettivo da ottimizzare.

Ciò che si propone di fare a questo punto, è analizzare alcune delle principali problematiche che hanno permesso di avanzare critiche alla Teoria di Portafoglio proposta da Markowitz. Tra le varie, la principale lacuna che riguarda il modello incentrato sulla costruzione della frontiera efficiente è probabilmente quella di quantificare i rischi tramite il calcolo della varianza. Il problema sorge in quanto questa misura non è ritenuta idonea per la valutazione e quantificazione del rischio di un investimento. Il motivo risiede principalmente nel fatto che la struttura della varianza calcola non solo gli scostamenti al di sotto della media, ma vengono anche considerati gli *outlier* di destra. Ciò significa che vengono considerati elementi di rischio anche fluttuazioni che sovraperformano il rendimento medio, le quali, però, sono chiaramente auspicabili per un investitore che vuole massimizzare il proprio rendimento. Per cercare di arginare questo problema, in letteratura è stato proposto l'utilizzo di altre misure, le quali, tuttavia, non risolvono in modo significativo i problemi della varianza. Al contrario, l'applicazione di altre misure rischia di far sorgere ulteriori lacune che per questo motivo

⁷³ J. Hadamard, 1902, "Sur les problèmes aux dérivées partielles et leur signification physique", Princeton University Bulletin, pp. 49–52.

⁷⁴ Intese come i valori assunti da una determinata variabile all'istante iniziale del processo. Questo permette di definirne lo stato dal quale prevedere l'evoluzione dinamica del fenomeno soggetto ad analisi.

continuano a far prediligere l'utilizzo della varianza, la quale gode di particolari vantaggi analitici. A tal riguardo si citano alcune delle alternative proposte:

- **Semi-varianza.** È una misura che permette di considerare solamente gli esiti negativi della distribuzione dei rendimenti, cioè quelli a sinistra della media. In forma analitica viene espressa nel seguente modo:

$$semi - Var(R) = \sum_{i=1}^N (\min\{0, x_i - E[R]\})^2 p_i$$

Si tratta di un buon metodo per neutralizzare i valori sopra la media e considerare quindi solo fluttuazioni al ribasso. Tuttavia, da un punto di vista analitico il principale problema che sovrviene è che non c'è derivabilità in un punto;

- **Mean Absolute Deviation.** Si tratta di un'ulteriore alternativa utilizzata per calcolare la dispersione della funzione. Ha una struttura molto simile a quella della varianza, viene infatti descritta con la formula sottostante:

$$MAD(R) = \sum_{i=1}^N |x_i - E[R]| p_i$$

Si può notare che rispetto alla struttura della (3.1) viene semplicemente sostituito il quadrato con l'operatore del valore assoluto. Quest'ultimo aspetto, però, comporta delle difficoltà computazionali analoghe a quelle viste per la misura della semi-varianza.

In generale, quindi, le misure appena viste oltre ad essere delle derivazioni della (3.1) e quindi condividerne alcune delle problematiche, non esprimono correttamente il concetto di rischio quando la distribuzione non è simmetrica. Queste ragioni, unite alla semplicità computazionale della (3.1), sono la giustificazione dell'ampia diffusione e dell'ampio utilizzo di questa misura.

La problematica relativa al rischio non si esaurisce solo relativamente alla misura da utilizzarne per la quantificazione, ma si estende all'ipotesi di Normalità della distribuzione dei rendimenti. Assumere che i rendimenti seguano la distribuzione Normale comporta dei grossi problemi da un punto di vista operativo, in quanto verifiche empiriche dimostrano come questo non si riscontri nella realtà. Tutto ciò si traduce in una grave sottostima del rischio complessivo a discapito dell'investitore. Quando si sottopone la verifica di tale ipotesi mediante l'utilizzo di test empirici, come per esempio con il test di *Jarque-Bera*⁷⁵, per la maggior parte (per non dire tutte) delle distribuzioni il risultato si sbilancia verso un netto rifiuto. I risultati prodotti da questi test sono confermati anche dallo studio delle statistiche descrittive delle variabili, attraverso l'analisi dei momenti della distribuzione, come la media, la varianza, la simmetria e la curtosi. Perché una distribuzione sia Normale è necessario che il valore di simmetria sia pari (o almeno molto vicino) allo 0, mentre il coefficiente di curtosi pari a 3. Tuttavia, l'evidenza empirica mostra come il più delle volte i rendimenti finanziari siano asimmetrici e tendano a concentrare una maggiore massa di probabilità sulle code, rendendo così più probabili eventi negativi. Il problema è noto, tuttavia, sin dal 1963 quando Mandelbrot e Fama in due studi disgiunti verificarono come la distribuzione dei rendimenti tenda ad assumere un andamento diverso da quello descritto dalla Normale, esattamente come quanto ipotizzato in "*New methods in*

⁷⁵ Test statistico che prende il nome dagli autori che lo proposero. Viene utilizzato per porre a verifica l'ipotesi di normalità della distribuzione studiata. È molto utilizzato in econometria, materia statistica applicata alle scienze economico-finanziarie, si basa sulle misure di asimmetria e curtosi di una variabile.

statistical economics” (Mandelbrot, 1963), “*The variation of certain speculative prices*” (Mandelbrot, 1963) e “*Mandelbrot and the stable Paretian hypothesis*” (Fama, 1963). In queste opere viene per la prima volta proposta un’alternativa per la descrizione dei rendimenti finanziari. Si tratta in particolare dell’applicazione della statistica Levy-Pareto stabile, una statistica che considera funzioni di densità di probabilità di cui un caso particolare è proprio la Normale. Un’analisi più dettagliata di questo aspetto viene proposta nel Capitolo successivo, in quanto si tratta di un’ipotesi che verrà considerata per l’implementazione del modello di *asset allocation* che ci si propone di eseguire. Tuttavia, si rimanda al termine del presente Capitolo dove all’interno dell’Appendice dove a titolo esemplificativo vengono presentate alcune distribuzioni di rendimento. Ciò che verrà proposto sarà una rapida dimostrazione di come l’ipotesi di Normalità non sia strutturalmente adatta alla spiegazione di questi fenomeni.

Altri limiti operativi sono legati soprattutto alla struttura del modello di selezione di portafoglio *à la* Markowitz, in quanto è possibile che le soluzioni al problema siano ottime da un punto di vista matematico, ma non altrettanto sotto un profilo finanziario (Michaud, 1989). Tale critica deriva dal fatto che i risultati che si ottengono sono altamente instabili, a causa dell’elevata sensibilità degli output al variare degli input. La soluzione dell’ottimizzazione è infatti strettamente legata ai dati delle serie storiche, pertanto un semplice aggiornamento di queste ultime, per esempio, può comportare importanti variazioni nell’aggregato di portafoglio. A questo aspetto si aggiunge anche quello di derivazione a soluzioni estreme. Il modello di selezione *à la* Markowitz tende infatti ad individuare un numero contenuto di titoli, solitamente due. Il motivo risiede nel fatto che il processo di ottimizzazione opera secondo il profilo rischio-rendimento ed individuerà pertanto il titolo più efficiente e quello meno. L’utilità di questo passaggio risiede nel fatto che il titolo inefficiente verrà venduto allo scoperto, permettendo di investire l’intero capitale nel titolo più efficiente. Questo caratterizza una particolare tipologia di frontiera la quale assume una forma ad angolo.

È intuibile che, se sommati, questi due limiti possono condurre a soluzioni di portafoglio altamente instabili, rischiose e, soprattutto, non diversificate.

Ulteriori critiche sono state mosse relativamente alle assunzioni poste alla base del modello, alcune delle quali rendono il contesto applicativo valido solo per la teoria. In particolare, assumere un mercato privo di frizioni, come per esempio costi di transazione e tassazione sul *capital gain*⁷⁶, comportano forti limiti operativi per un investitore interessato a massimizzare il profitto. Per risolvere tali lacune sono molti gli accademici che cercarono di individuare metodologie più opportune per rendere la teoria più utile alla pratica. Tra le proposte più accreditate rientrano quelle relative all’inserimento di vincoli al problema di ottimizzazione, in modo tale da avvicinarsi a soluzioni che abbiano implicazioni finanziariamente rilevanti. Ciò comporta a sua volta, però, delle maggiori difficoltà da un punto di vista computazionale. Sarà necessario implementare approcci risolutivi alternativi, come l’utilizzo dei cosiddetti *ADMM*

⁷⁶ Con questa locuzione si intende il differenziale positivo tra l’ammontare del disinvestimento e quanto pagato precedentemente per l’investimento.

*algorithms*⁷⁷ o l'applicazione di tecniche metaeuristiche⁷⁸, le quali saranno approfondite nel Capitolo successivo. Sulla base di queste proposte più aggiornate ed efficaci da un punto di vista professionale, ciascun operatore, sia esso umano o robotizzato, le adatta alla propria tipologia di offerta del servizio di consulenza.

Nonostante questi aspetti negativi, il modello di Markowitz rimane tutt'oggi un punto di partenza molto diffuso per la costruzione di modelli di *asset allocation* sui quali implementare diverse strategie di investimento. Seppur, a parere di chi scrive, sarebbe opportuno orientarsi verso impostazioni alternative che sappiano meglio evidenziare almeno gli aspetti relativi al rischio, permane ad ogni modo un'ottima base per comprendere le dinamiche della Teoria di Portafoglio.

Dal momento che il fine del presente elaborato è quello di individuare un modello di *asset allocation* implementabile in una piattaforma di Robo-Advisory, l'attenzione sarà posta con maggior riguardo a proposte presenti in letteratura relative a strategie di *asset allocation* tattica. Nel prosieguo del capitolo si cercherà di sviluppare partendo dalle basi della proposta di Oriakhi et al. 2012 di formulare una struttura adeguata al contesto Robo-Advisor.

⁷⁷ Acronimo di “Alternating Direction Method of Multipliers”. Si tratta di approcci risolutivi per problemi di ottimizzazione che operano segmentando il problema in più parti, in modo tale da semplificarne i singoli passaggi.

⁷⁸ Tecniche di risoluzione a problemi non vincolati che si basano sull'osservazione di comportamenti della natura. Sono approcci iterativi che partendo da una popolazione casual generano degli spazi sempre più piccoli, denominati regione ammissibile, all'interno dei quali, se esiste, si trova la soluzione ottima.

3.3 UN PASSO AVANTI: L'INTRODUZIONE DI VINCOLI PER GARANTIRE MAGGIORE OPERATIVITÀ

In letteratura sono numerose le proposte avanzate per rendere il problema di selezione *à la Markowitz* più adatto al mondo operativo. Tra le varie, la scelta in questo elaborato ricade in primo luogo sulla proposta di inserire un maggior numero di vincoli, al fine di superare alcune delle assunzioni che rendono il modello poco adatto a descrivere la realtà. A tal riguardo si è preso come riferimento il lavoro di Oriakhi et al. 2012, i quali sviluppano un modello basato sull'interazione tra *asset allocation*, orizzonte temporale e costi di transazione, tre elementi che ricoprono un ruolo fondamentale per le piattaforme di consulenza automatizzata.

Lo scopo del presente elaborato è quello di definire un possibile modello di *portfolio selection* che rispecchi le caratteristiche principali del Robo-Advisoring, quali alta diversificazione, basso costo e ribilanciamento periodico per obiettivi di investimento a medio-lungo termine. Per fare questo sarà necessario prendere in considerazione un sistema di vincoli che adattino la soluzione del problema di ottimizzazione al contesto considerato. In questo modo però, bisogna tenere presente del fatto che ci si deve allontanare dalle assunzioni assunte dal modello di Markowitz. Per esempio, con l'introduzione di una funzione di costo, applicata sia in fase di costituzione del paniere di titoli, sia in fase di ribilanciamento, implicitamente si considera il fatto che l'orizzonte temporale dell'investimento si estenda su più periodi, e non uno unico come nel modello originale. Un'importante conseguenza di ciò riguarda la costruzione della frontiera efficiente, la quale, all'aumentare del numero di vincoli inseriti nel problema, tende ad abbassarsi rispetto a quella del problema originario di Markowitz e a diventare discontinua a tratti nel caso di presenza di vincoli misti-interi. Questo rende la risoluzione del problema (se esiste) particolarmente complessa e pertanto affidata ad opportuni algoritmi.

In ambito operativo ogni operatore predilige l'inserimento di determinati vincoli a seconda della tipologia di clientela e di servizio che intende offrire. Sono inoltre differenti anche i parametri con cui settare il problema, in base alle tariffe che vengono applicate all'offerta, in base alla tassazione prevista da ogni singolo Stato e così via. Si possono tuttavia riconoscere alcuni dei vincoli più utilizzati nella pratica, alcuni dei quali saranno presi in considerazione per l'applicazione che verrà proposta nel prosieguo. In ottica professionale solitamente si ritrovano vincoli quali:

- Vincoli sul divieto di *short selling*. La maggior parte degli investitori preferisce evitare di detenere posizioni di vendita allo scoperto al fine di non assumere rischi sostanzialmente più elevati. Si tratta inoltre di un vincolo coerente con la fattispecie normativa di molti ordinamenti giuridici; in molti Paesi, infatti, questa tecnica non è consentita per determinati (in certi casi per la totalità) strumenti finanziari;
- Vincoli di *benchmark*. Con *benchmark* si intende un determinato paniere di titoli, sia esso un portafoglio piuttosto che un indice, rispetto al quale si vuole porre un paragone. A seconda dello scopo e degli obiettivi preposti con la costruzione del portafoglio, è possibile

ricercare la massimizzazione del differenziale del rendimento o alternativamente richiedere la minimizzazione del rischio in relazione ad un preesistente portafoglio o indice;

- Vincoli per limitare il numero massimo e/o minimo di titoli da contenere nel portafoglio. Per implementare questo vincolo bisogna considerare il fatto che, nella maggior parte dei casi, i titoli non vengono scambiati singolarmente, ma in lotti. Un lotto non è altro che un “contenitore” di un numero intero e prefissato di unità dello stesso asset. Questa tipologia di vincoli può quindi essere implementata considerando un numero minimo di lotti di diversi titoli per garantire un certo livello di diversificazione. Contestualmente può essere imposto che il numero di lotti di un singolo titolo non superi una determinata soglia, in modo tale da evitare concentrazioni eccessive. Si tratta di una categoria di vincoli che rendono il modello più realistico. Inoltre, permette all’investitore di perseguire due dei principali obiettivi tipici delle strategie di *asset allocation*, garantire una buona diversificazione ed evitare grandi concentrazioni su singoli asset;
- Vincolo relativo alla tassazione sui profitti. Come tutte le attività che producono ricchezza, anche quella finanziaria è assoggettata alle imposte sulla ricchezza creata. Pertanto, qualora un’operazione generi un profitto positivo, questo dovrà essere depurato al netto della tassazione prevista dallo Stato in cui l’investitore opera. È possibile allora inserire un vincolo sulla tassazione sul *capital gain* attraverso una funzione generalmente non lineare;
- Vincolo relativo ai costi di transazione. Si tratta di un’ulteriore vincolo generalmente non lineare che permette di limitare le spese per l’acquisizione dei titoli. L’onere di ciascuna transazione è infatti dato dalla somma del prodotto tra il prezzo del lotto e la quantità di lotti acquistati, e le commissioni dovute a chi esegue l’operazione. È quindi comprensibile come questo vincolo sia inversamente proporzionale al grado di diversificazione che un investitore vuole implementare nel proprio portafoglio. Inoltre, è bene considerare il fatto che, sia in fase di costituzione che in quella di ribilanciamento, quando in generale si modifica la composizione del paniere di titoli vengono commisurate due tipologie di costo: i costi fissi, i quali devono essere riconosciuti a prescindere dalla variazione della quantità dell’asset, e i costi variabili, i quali invece sono pagati in relazione alla quantità scambiata. L’impatto di questo vincolo sulla frontiera efficiente è un sostanziale abbassamento ed appiattimento della parabola rispetto a quella associata al modello tradizionale di selezione in media-varianza, a causa del fatto che parte dell’eventuale rendimento viene assorbito dagli oneri.

Questi sono solo alcuni dei vincoli utilizzati dai professionisti del settore, ai quali se ne possono aggiungere di ulteriori. Tuttavia, l’inserimento di queste poche limitazioni rende il problema di ottimizzazione per la selezione di portafoglio particolarmente complesso. Tali vincoli possono essere applicati in diversi modi e per molteplici fini del processo di ottimizzazione. Come detto nelle righe iniziali del paragrafo, però, l’interesse di questo elaborato si focalizza sulla gestione di una *asset allocation* tattica, cioè quella tipicamente implementata all’interno delle piattaforme di Robo-Advisoring.

In Roncalli et al. 2018 si rinviene ad una proposta di procedimento automatico su più fasi, dove ad ogni fase viene generato un portafoglio ottimo che, partendo dal modello originale di *Markowitz*, verrà via via integrato a vincoli aggiuntivi. Il problema che sovrviene riguarda però il tempo di computazione, in quanto è richiesto un numero di fasi potenzialmente molto elevato, e non sempre si ottiene una soluzione al problema o, in alternativa, può non essere la soluzione ottima. Per questo motivo, la proposta degli autori è quella di utilizzare metodi di regolarizzazione⁷⁹, dimostrando come siano utili per migliorare l'ottimizzazione di portafoglio.

Come già detto poi, uno degli effetti dell'aumento del numero dei vincoli ad ogni iterazione implica una modificazione anche della frontiera efficiente, rispetto a quella associata al modello tradizionale di selezione in media-varianza. È plausibile pensare che al ridursi dell'universo investibile si rinunci a buona parte dei rendimenti attesi per sostenere la ricerca di portafogli maggiormente *tailor-made* alle esigenze dell'investitore, il che può anche tradursi in soluzioni a rischio più contenuto. Nonostante quest'ultimo aspetto sia uno dei principali obiettivi nell'ambito della consulenza finanziaria, il processo con cui viene implementato non si sposa con il concetto di Robo-Advisoring. Sotto questo punto di vista, sarebbe costantemente necessario l'ausilio di un operatore per la modifica dei criteri di selezione. Applicare questa tecnica ad un servizio rivolto a milioni di utenti ed i cui principi cardine sono automazione e velocità nelle tempistiche della prestazione risulta controproducente. Altra lacuna giunge in fase di valutazione delle performance, in quanto per verificare se i risultati siano prodotti principalmente dall'attività di ottimizzazione piuttosto che dalla gestione attiva del portafoglio (Roncalli et al., 2018). Il processo iterativo, infatti, non separa le due diverse fasi e ciò diviene poco utile per la struttura di un sistema automatico di *asset allocation*.

Per questo motivo, la maggior parte delle piattaforme che offrono il servizio di Robo-Advisory si basano su processi di ottimizzazione che implementano la totalità dei vincoli nel sistema del problema. In questo modo è possibile implementare un sistema *à la Markowitz* in linea con la dinamicità richiesta dai RAs. La differenziazione dell'offerta delle diverse piattaforme può essere misurata in base alla metodologia di implementazione ed alla tipologia di vincoli, nonché a seconda degli eventuali accordi pattuiti con le case produttrici e di distribuzione degli strumenti.

Giunti a questo punto, nei capitoli che seguono verranno condotte due genere di proposte: la prima implica lo sviluppo delle ipotesi e dei metodi che verranno utilizzati per l'impostazione della fase di *asset allocation* per una piattaforma di Robo-Advisory svincolata dalle problematiche sorte in questa sezione. La seconda ricerca che viene condotta riguarda invece un confronto tra la proposta oggetto del presente elaborato e le tecniche maggiormente utilizzate e diffuse dalle piattaforme di questo mercato.

⁷⁹ Si tratta di metodi utilizzati che, partendo da un problema, costruiscono una potenziale soluzione che si avvicini a quella reale, attraverso tecniche di regressione come la "*ridge regression*" o la "*lasso regression*".

APPENDICE 3.1

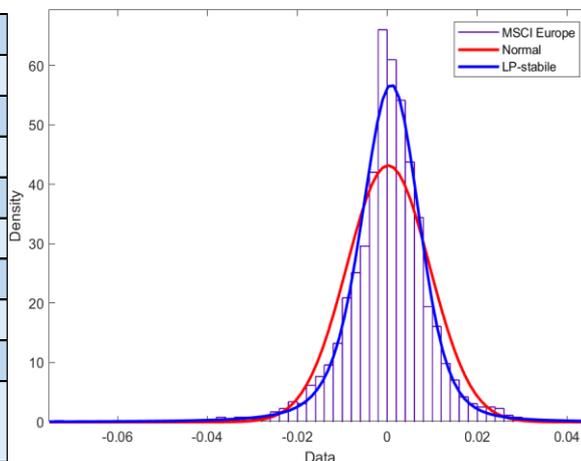
All'interno della presente Appendice vengono riportati i risultati relativi ad una breve indagine volta a verificare se le distribuzioni di rendimento seguano o meno l'ipotesi di Normalità. Il motivo di questa indagine risiede principalmente nel fatto che la maggior parte dei modelli tradizionali di *asset allocation* si basano su assunzioni che, non rispettando la realtà empirica, possono comportare distorsioni con il rischio di rivelarsi particolarmente dannosi per l'investitore. Questo può infatti tradursi nella possibilità per un investitore di assumersi un livello di rischio superiore a quanto è realmente disposto e/o capace di sostenere. In ottica di consulenza automatizza lo scenario ipotizzato può delinearci con sviluppi ben più gravi se non opportunamente elaborato, per questo motivo è di particolare interesse ai fini di questo elaborato.

L'indagine condotta riguarda quattordici titoli azionari scelti tra i principali indici mondiali, di cui si sono analizzate le serie storiche per il periodo temporale dal 01/01/2013 al 31/12/2019. Si sono considerati i prezzi di chiusura di: *iShares Core MSCI Europe*, *iShares STOXX Europe 600*, *Lyxor Euro STOXX 50*, *iShares Euro High Yield Corporate Bond*, *iShares Core Euro Corporate Bond*, *SPDR Bloomberg Barclays 1-3 Year Euro Government Bond*, *Xtrackers FTSE EPRA/NAREIT Developed Europe Real Estate*, *iShares European Property Yield*, *Lyxor Commodities Thomson Reuters/CoreCommodity CRB EX-Energy TR*, *UBS ETF (IE) CMCI Composite SF*, *Xtrackers Physical Silver EUR Hedged*, *Xtrackers Physical Gold EUR Hedge*, *Amundi ETF Cash 3 Months EuroMTS Investment Grade* e *Lyxor Euro Overnight Return*. La ragione per la quale sono stati selezionati questi ETF risiede nel fatto che si tratta dei titoli che verranno utilizzati nel prosieguo del lavoro per l'implementazione della fase di *asset allocation*.

Di seguito si riportano i grafici relativi alle distribuzioni di ciascun titolo, alle quali in blu si riporta il *best fit* della distribuzione stabile ed in rosso quello della Normale, nonché le rispettive statistiche che ne descrivono l'andamento:

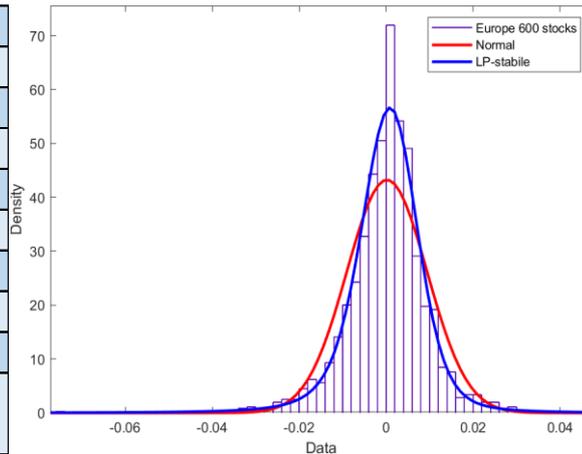
- *iShares Core MSCI Europe*

Minimo	-0.07346900
Massimo	0.04249100
Media	0.00020252
Mediana	0.00062768
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00923780
Varianza	0.00923780
Asimmetria	-0.57160000
Curtosi	7.85380000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



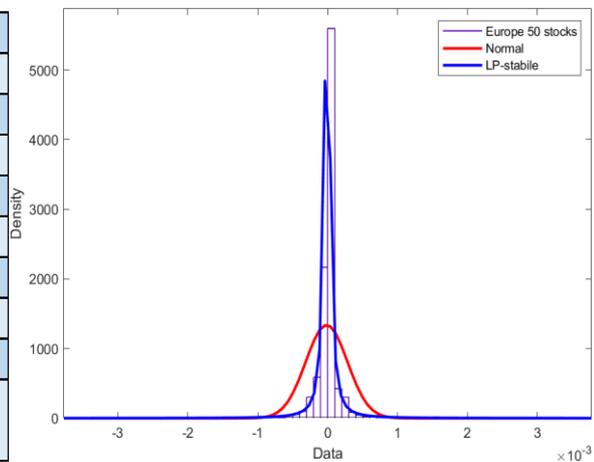
- *iShares STOXX Europe 600*

Minimo	-0.07464800
Massimo	0.04541700
Media	0.00019751
Mediana	0.00059077
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00922700
Varianza	0.00922700
Asimmetria	-0.57347000
Curtosi	8.07790000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



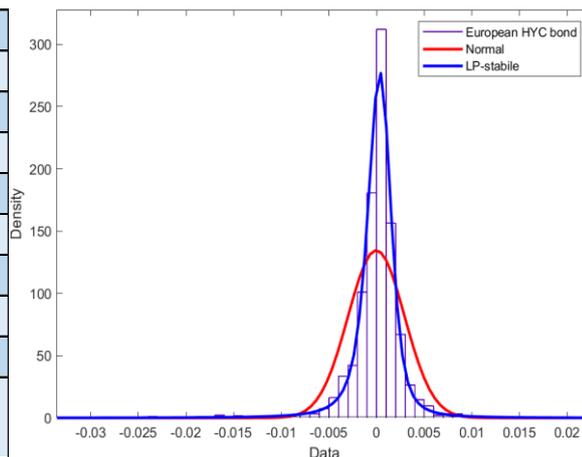
- *Lyxor Euro STOXX 50*

Minimo	-0.08961700
Massimo	0.05391100
Media	0.00016469
Mediana	0.00046550
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.01092400
Varianza	0.01092400
Asimmetria	-0.63669000
Curtosi	7.86730000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



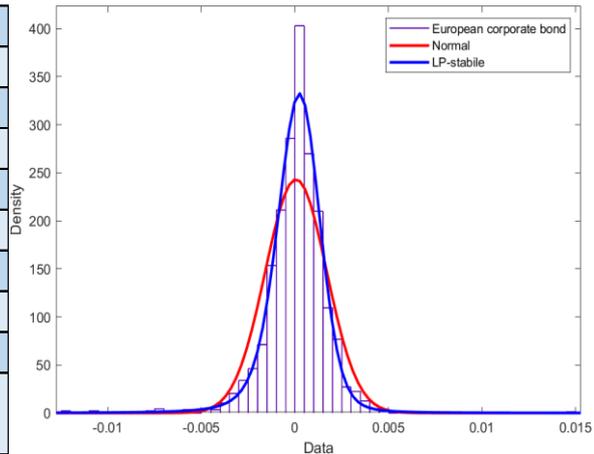
- *iShares Euro High Yield Corporate Bond*

Minimo	-0.03221100
Massimo	0.02127800
Media	-0.00002776
Mediana	0.00019193
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00296460
Varianza	0.00296460
Asimmetria	-3.06310000
Curtosi	29.68500000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



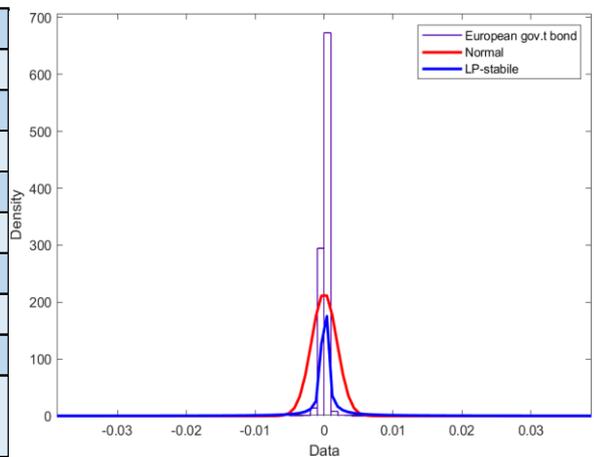
- *iShares Core Euro Corporate Bond*

Minimo	-0.01243900
Massimo	0.01475400
Media	0.00005402
Mediana	0.00015590
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00164110
Varianza	0.00164110
Asimmetria	-1.23460000
Curtosi	15.74760000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



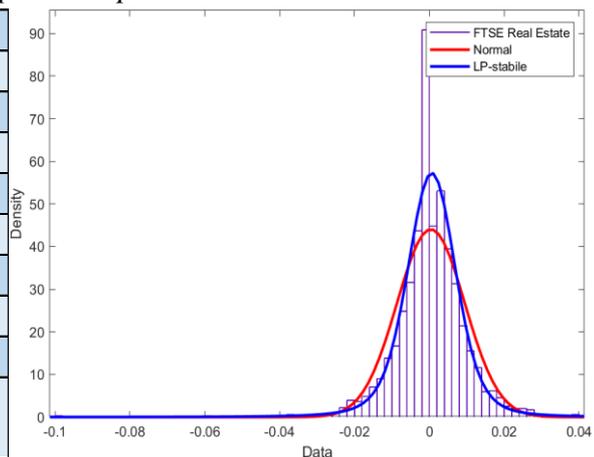
- *SPDR Bloomberg Barclays 1-3 Year Euro Government Bond*

Minimo	-0.03759900
Massimo	0.03740800
Media	0.00000551
Mediana	0.00000000
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00184540
Varianza	0.00184540
Asimmetria	-0.11165000
Curtosi	380.02160000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



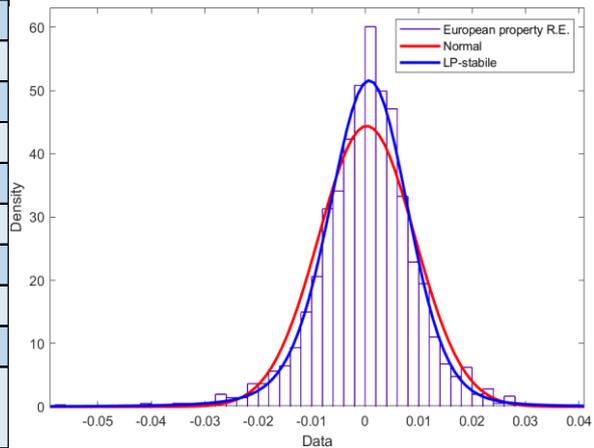
- *Xtrackers FTSE EPRA/NAREIT Developed Europe Real Estate*

Minimo	-0.09909500
Massimo	0.03935400
Media	0.00039089
Mediana	0.00000000
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00905580
Varianza	0.00905580
Asimmetria	-0.91679000
Curtosi	13.38570000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



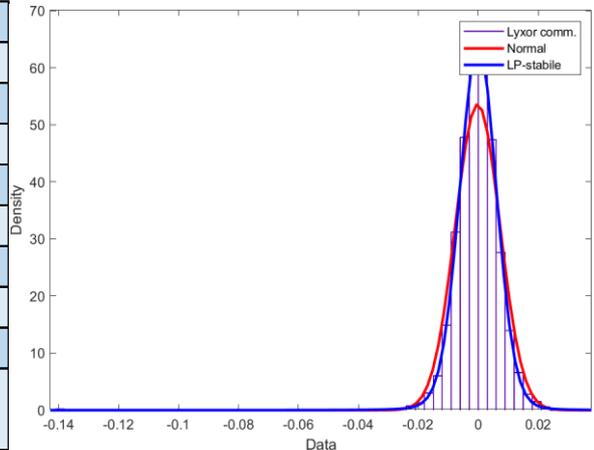
- *iShares European Property Yield*

Minimo	-0.05785300
Massimo	0.03937600
Media	0.00028789
Mediana	0.00051088
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00898560
Varianza	0.00898560
Asimmetria	-0.36426000
Curtosi	5.41820000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



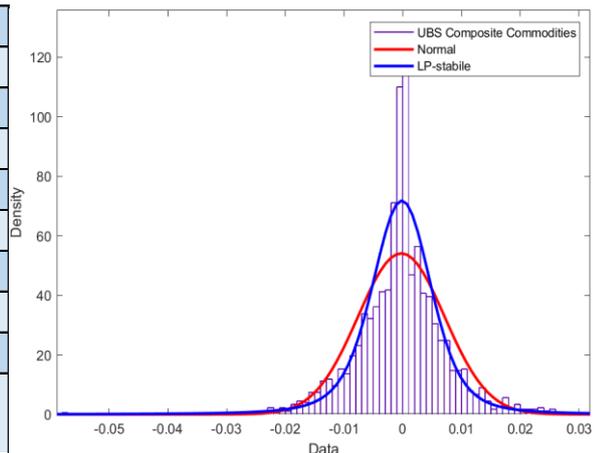
- *Lyxor Commodities Thomson Reuters/CoreCommodity CRB EX-Energy TR*

Minimo	-0.13996000
Massimo	0.03445800
Media	-0.00019032
Mediana	0.00000000
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00744490
Varianza	0.00744490
Asimmetria	-3.76080000
Curtosi	73.02060000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



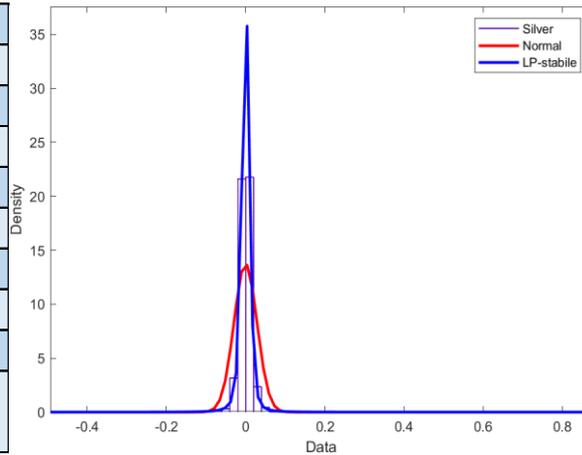
- *UBS ETF (IE) CMCI Composite SF*

Minimo	-0.05731200
Massimo	0.03010300
Media	-0.00025711
Mediana	-0.00000042
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00737520
Varianza	0.00737520
Asimmetria	-0.17471000
Curtosi	6.65610000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



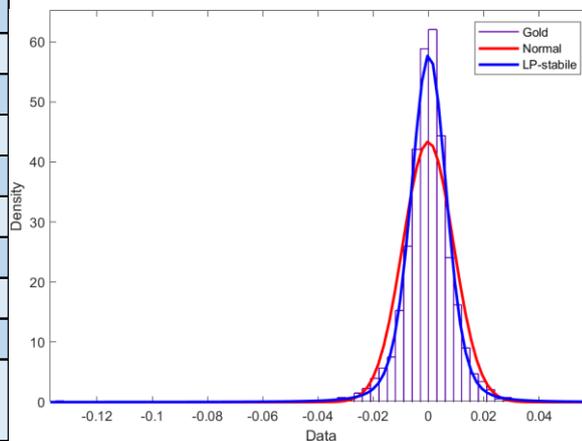
- *Xtrackers Physical Silver EUR Hedged*

Minimo	-0.47942000
Massimo	0.84395000
Media	-0.00041501
Mediana	0.00000000
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.02898500
Varianza	0.02898500
Asimmetria	10.11740000
Curtosi	464.85010000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



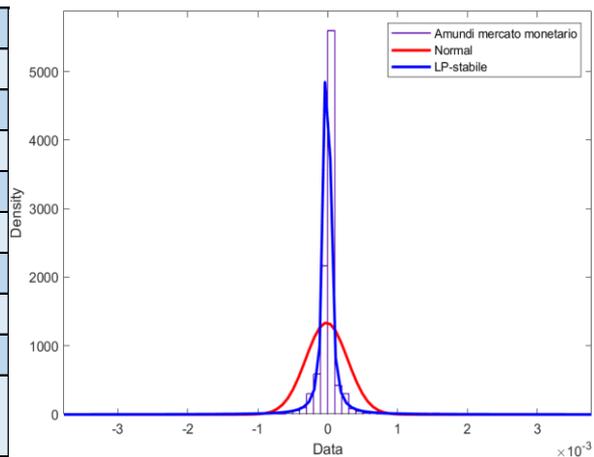
- *Xtrackers Physical Gold EUR Hedge*

Minimo	-0.13374000
Massimo	0.05434700
Media	-0.00015511
Mediana	0.00000000
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00919770
Varianza	0.00919770
Asimmetria	-1.68190000
Curtosi	30.64050000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



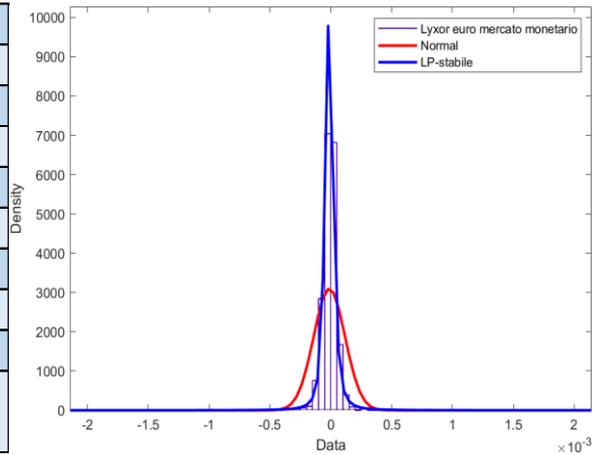
- *Amundi ETF Cash 3 Months EuroMTS Investment Grade*

Minimo	-0.00363730
Massimo	0.00363730
Media	-0.00001517
Mediana	0.00000000
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00029795
Varianza	0.00029795
Asimmetria	-0.16488000
Curtosi	63.75110000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



- *Lyxor Euro Overnight Return*

Minimo	-0.00208260
Massimo	0.00206390
Media	-0.00001178
Mediana	-0.00000940
Moda	0.00000000
Deviazione Standard	0.00012875
Varianza	0.00012875
Asimmetria	0.12480000
Curtosi	166.96080000
Ipotesi di Normalità - Test di JarqueBera al 5%:	RIGETTATA



Quanto emerge dai grafici e dalle statistiche descrittive ottenuti con l'implementazione del Codice MATLAB presentato di seguito, si rifiuta l'ipotesi in merito alla Normalità della distribuzione dei rendimenti. L'esito è confermato non solo dal test di Jarque-Bera, ma anche dal fatto che i valori calcolati per le misure di asimmetria e curtosi si distaccano da quelli richiesti dalla distribuzione di Gauss, la quale prevede che siano rispettivamente 0 e 3. Inoltre, è deciso di sovrapporre il *best fit* della distribuzione stabile al fine di confermare come questa ipotesi sia maggiormente adatta per descrivere le distribuzioni empiriche dei rendimenti finanziari.

Capitolo 4

Applicazione del modello *media-Expected Shortfall* per Robo-Advisor “stabili”

In questo capitolo verranno trattati temi utili per l’applicazione della fase di *asset allocation* di un RA. Saranno qui riportati gli aspetti relativi a proposte alternative per misurare il rischio di strumenti e portafogli finanziari. Particolare attenzione verrà posta sulla misura di *Expected Shortfall*, la quale sarà utilizzata come misura per quantificare il rischio all’interno della proposta di *asset allocation*.

Sarà inoltre trattato l’aspetto relativo all’ipotesi distributiva dei rendimenti, diversa da quella della finanza tradizionale, in quanto quella Normale sarà sostituita con la statistica Lévy-Pareto stabile. Come si vedrà, questo permette di risolvere alcuni dei problemi del modello media-varianza.

Infine, verrà presentato l’approccio risolutivo ad un problema di ottimizzazione particolarmente complesso come quello di selezione di portafoglio che rispetti i requisiti sopra enunciati. A tal riguardo sarà approfondito il tema relativo alla metaeuristica nota come *Particle Swarm Optimization*.

4.1 MISURE CORENTI PER IL RISCHIO

L’obiettivo perseguito dal capitolo precedente era quello di eseguire una disamina sull’attività di *asset allocation* nel contesto della selezione di portafoglio. Per fare ciò si è condotto un approfondimento della proposta avanzata da Markowitz relativamente al modello media-varianza. Si tratta infatti dell’approccio ad oggi maggiormente utilizzato nell’ambito della consulenza professionale, sia tradizionale che automatizzata (Bao et al. 2017). Nonostante ciò, sono emersi forti limiti relativamente ad alcuni aspetti strutturali, in particolare per quanto riguarda la misura utilizzata per quantificare il rischio. La varianza, infatti, non descrive correttamente gli scostamenti negativi della distribuzione di rendimento in quanto considera ugualmente rischiose le variazioni di *upside* (i guadagni) e di *downside* (le perdite).

Per questo motivo, oltre alle proposte già accennate, le quali tuttavia non si discostano molto dalla struttura e quindi dai problemi della varianza, sono state introdotte in letteratura le cosiddette misure coerenti per il rischio (Artzner et al, 1999). Per definire questa tipologia di misure sono state proposte determinate proprietà che devono essere rispettate:

- Invarianza transizionale. Tale proprietà dice che se ad una posizione iniziale X , sia essa per esempio l’investimento in un *asset*, si aggiungesse una componente certa α (come un titolo

risk-free o una posizione liquida), la misura di rischio diminuirebbe esattamente dello stesso ammontare α . Pertanto, vale che:

$$p(X + \alpha) = p(X) - \alpha$$

dove, p è il funzionale⁸⁰ sullo spazio delle variabili casuali con cui calcolare il rischio;

- Subbaditività. Un portafoglio finanziario composto da N titoli dovrà essere caratterizzato da un indice di rischio non superiore alla somma del rischio dei singoli *asset*. È un concetto legato alla nozione di diversificazione.

Si considerino X_i variabili rischiose del portafoglio, dove $i = \{1,2\}$, tale proprietà si può esprimere:

$$p(X_1 + X_2) \leq p(X_1) + p(X_2)$$

- Omogeneità positiva. È richiesto che, all'aumentare delle risorse investite in un titolo, aumenti proporzionalmente la rischio associata a quell'investimento. Il rischio relativo ad una posizione dev'essere proporzionale alla quota in esso investita. Sia $\lambda \geq 0$ la proporzione associata ad un titolo X_i , allora vale che:

$$p(\lambda X_i) = \lambda p(X_i)$$

- Monotonicità. Si tratta di un concetto simile a quello di dominanza stocastica, in quanto se un titolo X_1 è preferibile a X_2 , allora il rischio associato a X_1 sarà minore, o al massimo uguale a quello associato a X_2 . In altri termini:

$$p(X_1) \leq p(X_2) \text{ se e solo se } X_1 \succcurlyeq X_2$$

Quanto elencato sopra sono le proprietà minime che devono essere rispettate al fine di poter considerare una misura per il rischio coerente.

In letteratura sono state sviluppate e proposte diverse tipologie di misure per il rischio, le quali però non hanno sempre trovato un immediato successo nel mondo professionale. Un'inversione di tendenza si ebbe tuttavia quando il Comitato di Basilea⁸¹ decise di estendere l'utilizzo del *Value At Risk* (d'ora in poi VaR) per verificare i requisiti di capitale in capo alle banche comunitarie dell'Unione Europea. Si può considerare il VaR come un punto di partenza per lo sviluppo di misure coerenti per il rischio come l'*Expected Shortfall* (ES). I paragrafi successivi saranno volti alla definizione ed all'analisi di questi strumenti. Per quanto riguarda l'ES sarà posta particolare attenzione in quanto sarà la misura che sostituirà la varianza per calcolare il rischio all'interno dell'applicazione in un modello media – ES per l'*asset allocation* nel servizio di Robo-Advisory.

4.1.1 Il Value At Risk

Il VaR riguarda una delle principali proposte innovative in ottica di *risk management*, in quanto è la prima misura del rischio che permette di distaccarsi dalla misura di varianza per adottare un'ottica più adatta a descrivere i fenomeni finanziari. Questa misura non viene utilizzata

⁸⁰ Inteso come una funzione che associa un'altra funzione ad un determinato valore che quest'ultima assume in un punto.

⁸¹ Comitato di matrice europea nato per definire criteri e principi comuni destinati all'attività bancaria.

solamente in attività come la consulenza per quantificare il rischio di un portafoglio, ma viene applicata in ambiti diversi, come per esempio nell'attività di vigilanza del settore bancario.

Il successo di questo strumento è dovuto principalmente alle sue caratteristiche che lo rendono di semplice utilizzo e di immediata applicazione.

In generale, il concetto di *Value at Risk* (VaR) può tradursi nel calcolo della massima perdita potenziale dell'esposizione dato un certo intervallo di confidenza ($1-\alpha\%$) in un determinato periodo di tempo. Il principale vantaggio di questo strumento riguarda la generica applicabilità all'intero universo investibile nel mercato finanziario. Un ulteriore punto a favore di questa misura riguarda il fatto che si esprime in termini di capitale. Si tratta di un sostanziale cambiamento rispetto alla volatilità calcolata con la varianza, la cui interpretazione può essere influenzata dal contesto di riferimento.

In termini analitici si può quindi definire il VaR come:

$$\Pr[\Delta P(\tau) < -VaR] = \alpha$$

dove, $\Delta P(\tau)$ indica la variazione dell'esposizione e α è un definito livello di confidenza⁸².

In altri termini, il VaR si può esprimere come l' $(1-\alpha)$ -esimo quantile della distribuzione, in quanto specifica una soglia con l' $\alpha\%$ della distribuzione di probabilità dei rendimenti che giacciono nella coda sinistra.

Per il calcolo della stima di questa quantità si può ricorrere a tre diversi metodi proposti in letteratura:

- Approccio parametrico. È altresì conosciuto come metodo varianza-covarianza. La semplicità computazionale di questa tecnica ne spiega il relativo successo. Per l'applicazione dell'approccio parametrico è importante che venga posta come assunzione che le perdite di portafoglio siano associate ad una distribuzione Normale.

Da un punto di vista analitico la formula si presenta come:

$$VaR = C \times \mu \times \sigma \times z_\alpha$$

dove C è il valore dell'esposizione e z_α è il valore associato al livello di confidenza considerato, mentre μ e σ sono rispettivamente la media e la *standard deviation* ricavate dalla serie storica dei prezzi;

- Approccio "simulazione di Monte Carlo". Si tratta di un approccio molto diffuso ed utilizzato principalmente per prezzare gli strumenti derivati. È un metodo fondato sul campionamento casuale utilizzato per determinare delle stime attraverso delle simulazioni. Viene utilizzato un modello matematico che calcola una serie di dati che vengono utilizzati come possibili realizzazioni del fenomeno analizzato. In pratica, viene generata una distribuzione simulata il cui processo si fonda su cinque passaggi:

⁸² Nella pratica solitamente si imposta un valore pari all'1% o al 5%.

1. Si assume la distribuzione a priori del portafoglio considerato composto da N titoli e le rispettive distribuzioni degli N titoli;
2. Si stimano i parametri che ne descrivono il comportamento (nel caso di una distribuzione Normale media e varianza);
3. Si esegue un'estrazione casuale di n valori generati secondo la distribuzione assunta, uno per ciascuno degli N titoli;
4. Si calcola il rendimento del portafoglio partendo dalle distribuzioni simulate dei titoli che lo compongono;
5. In base al livello di confidenza impostato si estrae il relativo percentile dalla distribuzione delle perdite di portafoglio.

In ambito professionale è un approccio molto diffuso grazie anche al fatto che molti software di calcolo dispongono di sistemi per la generazione di distribuzioni simulate;

- Approccio “simulazione serie storiche”. Questa metodologia si basa sul tentativo di prevedere le movimentazioni future di prezzo in relazione all'analisi della serie storica passata. Vengono determinati una serie di fattori di rischio (si presume che essi rimangano costanti nel futuro) in modo tale da generare un elevato numero di possibili scenari. Il VaR viene stimato contestualmente alla distribuzione empirica generata sugli scenari simulati. Nella pratica viene considerata una buona tecnica in quanto svincola l'analista da possibili ipotesi a priori sulla forma della distribuzione di probabilità. Si tratta ad ogni modo di un approccio con delle importanti limitazioni. In primo luogo, replicando le serie storiche passate implicitamente viene assunto che non si può verificare una perdita maggiore alla perdita massima avvenuta in passato. È immediato constatare tuttavia che non vi è alcuna ragione logica per confermare tale ipotesi. Pesa inoltre la difficoltà computazionale nella rivalutazione storica dei dati contenuti in portafoglio, la quale cresce in modo proporzionale all'aumentare della numerosità e della complessità strutturale degli strumenti finanziari.

In generale, rispetto alle tradizionali misure di calcolo del rischio, il VaR può considerarsi un'ottima alternativa. È infatti possibile individuare almeno due vantaggi che confermano la bontà di questa misura, come per esempio:

- Poiché si misura la “perdita”, risulta possibile confrontare tra loro portafogli di diversa natura e dimensione in quanto paragonati rispetto ad una quantità omogenea;
- La semplicità da un punto di vista interpretativo, in quanto la stima si racchiude in un unico numero. Si tratta di un aspetto particolarmente apprezzabile in attività come la consulenza in materia di investimenti finanziari. Nella maggior parte dei casi, infatti, vengono proposte soluzioni di investimento la cui composizione comprende un'eterogeneità di strumenti. Aggregando titoli azionari, obbligazionari, piuttosto che strumenti derivati ed opzioni il rischio può assumere diverse sfaccettature. Pertanto, l'utilizzo del VaR è innegabilmente vantaggioso in quanto, se non altro, permette di racchiudere tale concetto in termini di capitale perso.

Ciò nonostante, il VaR è caratterizzato da alcuni aspetti particolarmente limitanti. In primo luogo, il fatto di prendere in considerazione un limitato intervallo di confidenza α , generalmente fissato al 95 o 99%, non consente di conoscere il comportamento della distribuzione nella parte

$(1 - \alpha)$ dell'intervallo. Per questo motivo, eventi estremi, i cosiddetti “*black swan*”⁸³, rimangono sostanzialmente sconosciuti.

Sono, infatti, molte le critiche spese nei confronti di questo metodo. A tal riguardo, particolarmente acceso fu un dibattito tra due noti economisti, P. Jorion e N. N. Taleb. Il primo, precursore e convinto sostenitore dell'utilizzo del VaR, il secondo, invece, netto oppositore. Lo scontro si svolse mediante una serie di articoli^{84,85} all'interno dei quali presentarono, con toni piuttosto fervidi, le tesi e le motivazioni a supporto delle rispettive opinioni. Particolarmente interessanti furono le idee proposte da Taleb, il quale riprese infatti sia lacune tecniche che pratiche sull'utilizzo di questa misura. Più nello specifico sostenne che il VaR:

- Non considera alcuni fattori di rischio rilevanti in grado di influenzare il portafoglio, come ad esempio la complessità e la numerosità degli strumenti che compongono il portafoglio. Taleb si spinse a dire addirittura che: “*Il VaR non ha senso*”. La motivazione di una critica tanto dura deriva dal fatto che trascurando dati importanti, ai quali si aggiungono complessi processi di stima, si giunge a definire un valore che spesso non ha alcuna rilevanza statistica;
- Non produce un buon modello di stima in ottica prospettica del futuro andamento del mercato. A tal riguardo sostenne infatti che: “*Il VaR arriva quando il danno è già fatto*”. Quest'affermazione si traduce principalmente nel fatto che il modello tende a sottostimare possibili rischi;
- Non è additivo. Si tratta di una lacuna particolarmente rilevante da un punto di vista computazionale in quanto è una delle proprietà principali richieste a ciascuna misura coerente per il rischio. In questo caso la mancanza di additività si manifesta in due fattispecie:
 - Non additività in somma o per posizione: ogni qualvolta al portafoglio finanziario vengono aggiunti uno o più strumenti, il VaR deve essere ricalcolato in quanto non può essere determinato dalla somma del VaR parziale dei singoli strumenti;
 - Non additività per variabile di rischio: un portafoglio che contiene al suo interno variabili di rischio differenti per ciascun titolo sarà caratterizzato da un VaR differente dall'aggregazione di quelli intermedi. Ciò significa che il VaR totale è sempre inferiore, o al massimo uguale, alla somma dei VaR parziali.

La mancanza di questa caratteristica rende pertanto il VaR una misura non coerente per il rischio.

Il principale difetto di questo metodo quindi, riguarda il fatto che non aiuta a stimare la perdita sottostante la coda sinistra della distribuzione, al di sotto della quale risiedono gli eventi estremi e potenzialmente più pericolosi. Questo pericolo emerge quando due esposizioni che presentano lo stesso VaR possono in realtà essere caratterizzate da variabili di rischio molto differenti tra loro.

⁸³ Termine utilizzato per indicare eventi estremi con probabilità di realizzarsi molto basse. Per questo motivo sono spesso considerati come un qualcosa di impossibile da prevedere, ma la realtà è che spesso vengono utilizzate misure di rischio che non sono in grado di tenerne conto.

⁸⁴ P. Jorion, 1997, “In Defense of VaR”.

⁸⁵ N. Taleb, 1997, “Against Value at Risk: Nassim Taleb Replies to Philippe Jorion”.

Per questo motivo è stata proposta una tecnica che potesse produrre risultati più efficaci e consistenti, come appunto l'ES. Questa permette infatti di misurare l'area sottostante la coda attraverso il calcolo dell'integrale dal punto in cui si registra la massima perdita in assoluto fino al punto corrispondente al VaR. Risulta quindi opportuno presentare per prima cosa come viene misurato il VaR, al fine di ricavare successivamente la formula per l'ES. Quest'ultima sarà la misura di rischio utilizzata all'interno del progetto di *asset allocation* alternativa applicata ad una piattaforma di Robo-Advisory.

4.1.2 L'Expected Shortfall

Per cercare di superare alcuni dei difetti che caratterizzano il VaR, si è diffusa sia in letteratura che negli ambienti professionali l'applicazione di una diversa misura che ne permette di colmare alcune lacune. A riguardo si parla dell'*Expected Shortfall* (ES), la quale deriva da un'estensione del concetto di VaR. Alle considerazioni appena eseguite relativamente al VaR dovranno aggiungersi quelle proprie dell'ES, in modo tale da definire una misura più efficace e, soprattutto, coerente per il rischio.

L'ES non tiene in considerazione la minor perdita possibile nel migliore degli $\alpha\%$ peggiori esiti, ma calcola invece la perdita attesa all'interno di quest'intervallo. Questa misura permette infatti di quantificare la massa di probabilità sottostante l'area della coda delle perdite considerata. In termini analitici quanto detto si può esprimere come:

$$ES_{\alpha}(X) = -\frac{1}{\alpha} (E[X_{X>x^{\alpha}}] - x^{\alpha}(P[X \leq x^{\alpha}] - \alpha)) \quad (4.1)$$

dove il valore di x^{α} indica il VaR.

La struttura di cui si compone la (4.1) è abbastanza intuitiva. È infatti possibile scomporla in due termini principali: il primo termine, $E[X_{X>x^{\alpha}}]$, il quale misura il valore atteso degli esiti oltre un certo livello di confidenza, mentre il secondo riguarda $x^{\alpha}(P[X \leq x^{\alpha}] - \alpha)$, il quale indica un termine di correzione che si manifesta solamente qualora la distribuzione sia considerata sotto una determinata soglia⁸⁶. In modo alternativo, l'ES può essere espressa prendendo in considerazione la funzione di ripartizione della distribuzione dei rendimenti $F(\alpha)$. Secondo questo metodo l'espressione diventa quindi:

$$ES_{\alpha}(X) = -\frac{1}{\alpha} \int_0^{\alpha} F^{-1}(\alpha) dp \quad (4.2)$$

dove, $F^{-1}(\alpha)$ è l'inversa della funzione di ripartizione.

⁸⁶ Questo termine diventa significativo solamente nel caso in cui $P[X \leq x^{\alpha}] > \alpha$.

Le espressioni (4.1) e (4.2) sono equivalenti nel significato ma non nella struttura. La (4.2), infatti, richiede che sia conosciuta la funzione di distribuzione. Per far ciò è generalmente necessario utilizzare uno stimatore campionario dell'ES. Il processo parte dall'analisi delle serie storiche delle distribuzioni di rendimento, ognuna delle quali viene ordinata in modo crescente (decrescente) e si fissa un determinato livello di confidenza α . Dopodiché, si devono considerare le prime (ultime) $\alpha\%$ osservazioni, le quali corrispondono agli $\alpha\%$ esiti peggiori, dei quali sarà calcolato il valore medio.

La proposta dell'ES permette di integrare e correggere alcune delle lacune presentate dalla misura del VaR. Per questo motivo, sono molti coloro che suggeriscono di ampliare l'utilizzo di questa tecnica anche nell'attività svolta dalle Autorità di Vigilanza in ambito di valutazione del rischio del settore bancario. Dal 2013, quando avvenne la prima proposta formale moscia dal Comitato di Basilea, si sono condotti numerosi studi a riguardo, evidenziando come si siano superati anche alcuni limiti strutturali legati all'ES, quale, per esempio, quello di non permettere attività di *backtesting* efficaci⁸⁷.

La solidità del parametro ed il suo significativo utilizzo nella pratica, a testimonianza dell'impatto migliorativo in fase di analisi delle variabili finanziarie, hanno segnato il successo di questa misura coerente per il rischio. In letteratura, si possono trovare ulteriori proposte, quali la *Tail Conditional Expectation* (TCE) e la *Worst Conditional Expectation* (WCE). Questi metodi non saranno considerati all'interno di questo elaborato. Il motivo risiede nel fatto che la TCE non rispetta la proprietà di subadittività (richiesta per le misure coerenti per il rischio) quando la variabile non è continua. Per quanto riguarda la WCE, nonostante soddisfi le proprietà richieste per le misure coerenti per il rischio, è utile quasi esclusivamente in ambito teorico, in quanto richiede la conoscenza dell'intero spazio di probabilità relativo agli eventi che possono manifestarsi (Acerbi & Tasche, 2002)⁸⁸.

Ad oggi, secondo l'opinione di chi scrive, l'ES risulta essere la miglior alternativa tra quelle presenti in letteratura, e per questo motivo sarà implementata nell'applicazione pratica che ci si propone di eseguire. Prima di passare all'elaborazione della fase di *asset allocation* sono tuttavia necessari ulteriori chiarimenti relativi ad alcune ipotesi che verranno considerate per l'implementazione. I prossimi paragrafi saranno pertanto dedicati alla presentazione di questi aspetti.

⁸⁷ A tal riguardo si parla della mancanza della caratteristica di elicitabilità (Gneiting, 2011).

⁸⁸ C. Acerbi, D. Tasche, 2002, "On the coherence of the Expected Shortfall", *Journal of Banking Finance*, 1487–1503.

4.2 LE DISTRIBUZIONI LEVY-PARETO STABILI, IPOTESI DISTRIBUTIVA DEI RENDIMENTI

Nel Capitolo precedente si è discusso del modello media – varianza, uno dei fondamenti cardine della finanza quantitativa moderna. Da questo si sono sviluppati molteplici approcci all'*asset allocation*, tra i più famosi il *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), il modello *Black & Litterman* e via dicendo. Si tratta di una serie di modelli che nella struttura differiscono sotto molteplici aspetti, ma che presentano tuttavia almeno un elemento che li accomuna. La maggior parte di essi assumono l'ipotesi di Normalità per descrivere le distribuzioni di rendimento, le quali vengono utilizzate per determinare la soluzione al problema di *portfolio selection*. Questa assunzione porta a considerare che le funzioni di rendimento dei titoli siano caratterizzate da una particolare forma distribuzionale, la quale viene interamente descritta dai parametri di media (μ) e varianza (σ^2). La funzione caratteristica della Normale viene espressa come segue:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times \exp\left\{-\frac{1}{2} \times \left(\frac{(x - \mu)}{\sigma}\right)^2\right\}$$

dove, x sono i valori assunti dalla variabile.

Nel Capitolo 3 è stato anticipato come questa forma distributiva sia caratterizzata da un elemento che non si adatta in modo efficace alla descrizione dei rendimenti dei titoli. È immediato notare come la probabilità associata alle code sia particolarmente bassa. Questo può tradursi in termini finanziari nel fatto che la probabilità che la distribuzione Normale associa al verificarsi di eventi estremi, come boom o shock economici, sia inferiore rispetto a quella effettiva. Infatti, si tratta di fenomeni che si manifestano più frequentemente di quanto ipotizzato, come testimonia l'attuale lentezza della ripresa economica a seguito di due forti crisi susseguitesesi nell'intervallo di nemmeno un decennio.

Il principale problema che si riscontra quando viene assunta questa ipotesi riguarda quindi una sostanziale sottostima del rischio legato a questi eventi estremi. Per un investitore questo può risultare particolarmente deleterio, in quanto le perdite associate al manifestarsi di forti shock di mercato possono compromettere la realizzazione degli obiettivi dell'investimento.

In letteratura sono molti gli autori che hanno proposto delle alternative per sostituire l'ipotesi di Normalità delle distribuzioni di rendimento. Mandelbrot, noto matematico⁸⁹, negli anni '60 mostrò come la miglior ipotesi statistica per descrivere questa categoria di fenomeni risultava la cosiddetta distribuzione Lévy-Pareto stabile. Quest'ultima è una tipologia di distribuzione che appartiene alla più grande famiglia delle "distribuzioni stabili", delle quali un caso particolare è la Normale. Si tratta di una tipologia di distribuzioni frutto di un lavoro disgiunto di due autori, da cui prende il nome: V. Pareto e P. Lévy, appunto.

⁸⁹ Famoso principalmente per i contributi in ambito della matematica frattale.

Il primo nel 1897 in un'opera in cui analizzava la distribuzione dei redditi propose una particolare distribuzione per supportare i risultati raggiunti, la quale è descritta da una serie di parametri che la rendono particolarmente modellabile ed adattabile a diversi contesti. Lévy, invece, fu un matematico-statistico francese che deve la notorietà all'introduzione dell'omonimo "processo di Lévy"⁹⁰ in teoria della probabilità. Inoltre, egli sviluppò ed introdusse la nuova tipologia di distribuzioni stabili nel 1925, basandosi principalmente sugli studi presentati da Pareto sulla distribuzione dei redditi. Da questi lavori si giunge alla proposta della Lévy-Pareto stabile, una particolare variabile casuale descritta da una serie di parametri che permettono di descrivere distribuzioni di probabilità caratterizzate da code grosse (distribuzione che sono anche leptocurtiche). L'intuizione di Mandelbrot sfrutta questa particolare caratteristica, in quanto applicando tale ipotesi al contesto finanziario possono essere attribuite probabilità più consistenti per descrivere eventi estremi. Tuttavia, l'aspetto relativo al fatto che le code non sono finite comporta a sua volta una limitazione: la varianza di queste distribuzioni risulta infinita e pertanto non più utilizzabile come misura per il rischio nel contesto finanziario. Assumere come ipotesi distributiva le Lévy-Pareto stabili richiede pertanto di utilizzare un nuovo metodo per la quantificazione del rischio. Prima di giustificare l'utilizzo dell'*Expected Shortfall* per l'implementazione di un'efficiente *asset allocation* è necessario analizzare i parametri che descrivono queste distribuzioni ed i metodi utilizzati per la loro stima.

La definizione di una distribuzione stabile può essere ricondotta a quattro differenti versioni tra loro equivalenti. In altre parole, partendo da una di queste definizioni, le altre tre si possono ottenere come teoremi da essa derivabili. Per enunciare le diverse versioni che definiscono la famiglia delle distribuzioni stabili, è necessario considerare X_i variabili casuali *iid*, con $i = 1, 2, \dots, N$.

Definizione 1. Una variabile casuale X è stabile se per ogni coppia di costanti $\alpha, b > 0$ esistono altre due costanti γ e δ , con $\gamma > 0, \delta \in \mathbf{R}$, e tali che

$$\alpha X_1 + b X_2 =_d \gamma X + \delta^{91} \quad (4.3)$$

In altre parole, la combinazione lineare tra due variabili casuali stabili è a sua volta una variabile casuale stabile. Lo stesso effetto si ottiene combinando n variabili casuali ed è ciò che viene affermato nella definizione successiva.

Definizione 2. Una variabile casuale X è stabile se per ogni numero intero $n \geq 2$ esistono due successioni costanti $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n, \dots > 0$ e $b_1, b_2, \dots, b_n, \dots \in \mathbf{R}$ e tali che,

$$X_1 + X_2 + \dots + X_n =_d \alpha_n X + b_n \quad (4.4)$$

⁹⁰ Si tratta di un particolare processo che può essere sinteticamente descritto come una versione continua del fenomeno *random walk* e spiega altri processi stazionari come quello di *Poisson* ed il *moto browniano*.

⁹¹ L'operatore $=_d$ viene utilizzato per indicare l'uguaglianza in distribuzione, cioè le variabili hanno la stessa legge di probabilità.

Le definizioni (4.3) e la (4.4) sono adatte anche per descrivere il problema di *asset allocation* ed il comportamento dei rendimenti finanziari. Se le distribuzioni di rendimento dei titoli sono variabili casuali stabili, allora aggregando gli *asset* in un unico paniere, il portafoglio, sarà anch'esso una variabile casuale stabile. Inoltre, il rendimento di un *asset* si può esprimere secondo diverse scadenze temporali, ad esempio intervalli giornalieri, settimanali, mensili e così via. Vale ancora che, se le distribuzioni di rendimento sono variabili casuali stabili, allora i rendimenti annuali possono essere visti come variabili casuali aventi distribuzione stabile ottenuti dalla somma delle 252 distribuzioni di rendimento giornaliere aventi distribuzione stabile, che si possono calcolare in un anno.

Definizione 3. Si può definire X come una variabile casuale stabile qualora esistano X_1, X_2, \dots, X_n variabili casuali *iid*, anche non stabili, con $n \rightarrow \infty$ e due successioni di costanti $c_1, c_2, \dots, c_n > 0$ e $d_1, d_2, \dots, d_n \in \mathbf{R}$, tali che

$$\frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{c_n} + d_n \rightarrow_d X \quad (4.5)$$

dove, \rightarrow_d indica la convergenza in distribuzione.

Tale definizione afferma che, tramite l'individuazione di un dominio di attrazione, cioè della più ampia regione asintotica di stabilità⁹², è possibile derivare ad una variabile casuale stabile attraverso la somma di un numero sufficientemente elevato di variabili casuali *iid* normalizzate. Questa nozione è strettamente collegata al concetto del cosiddetto "Teorema del Limite Centrale Generalizzato" (TLCG). È possibile definire il TLCG come una sorta di estensione al Teorema del Limite Centrale (TLC). Quest'ultimo definisce che sommando X_i variabili casuali *iid*, con $i = 1, 2, \dots, N$, con $N \rightarrow \infty$, tali che: $Y_n = \sum_{i=1}^N X_i$, allora Y_n segue al limite la distribuzione di Gauss.

Si può notare che, qualora le X_i variabili *iid* della (4.5) fossero caratterizzate da varianza finita, allora la (4.5) coinciderebbe con il TLC. Tuttavia, è dimostrato che, abbandonando l'ipotesi di varianza finita, la somma delle X_i variabili *iid* converge in limite ad una distribuzione stabile (Gnedenko & Kolmogorov, 1954)⁹³. Attraverso l'implementazione del TLCG è quindi possibile derivare un teorema che caratterizzi una famiglia di distribuzioni più ampia, le distribuzioni stabili.

Definizione 4. Una variabile casuale X si può definire stabile se descritta da quattro parametri, $\alpha, \beta, \mu, \sigma$, tali che $\alpha \in (0, 2]$, $\beta \in [-1, 1]$, $\mu \in \mathbf{R}$ e $\sigma \in [0, +\infty)$, con i quali sia possibile definire la funzione caratteristica di X nei seguenti termini:

⁹² Non coincide con l'intero sistema di evoluzione dello stato iniziale, ma riguarda l'individuazione di un intorno all'interno del quale vi è convergenza.

⁹³ B.V. Gnedenko, A.N. Kolmogorov, 1954, "Limit distributions for sums of independent random variables", Addison-Wesley Pub. Co., pp. 4-17.

$$E(e^{xi\vartheta}) = \begin{cases} \exp\left\{-\sigma^\alpha |\vartheta|^\alpha \left(1 - i \times \beta \times \operatorname{sgn} \vartheta \times \tan\left(\frac{\alpha\pi}{2}\right)\right) + i \times \mu \times \vartheta\right\} & \text{se } \alpha \neq 1 \\ \exp\left\{-\sigma |\vartheta| \left(1 - i \times \beta \times \frac{2}{\pi} \times \operatorname{sgn}(\vartheta) \times \log(|\vartheta|)\right) + i \times \mu \times \vartheta\right\} & \text{se } \alpha = 1 \end{cases} \quad (4.6)$$

dove, $i = \sqrt{-1}$ ed è noto come unità immaginaria.

La funzione caratteristica di una variabile casuale è utile per specificare in forma chiusa, quando possibile, la funzione di densità di probabilità della stessa variabile. Occorre tuttavia sottolineare il fatto che, nonostante sia sempre possibile stimare i parametri di una variabile stabile, i casi in cui è possibile descrivere in forma chiusa la funzione di densità sono pochi. Gli esempi più famosi riguardano la specificazione della cosiddetta funzione di distribuzione di Cauchy, e ciò avviene quando $\alpha = 1$ e $\beta = 0$, pertanto si avrà $S \sim (1, 0, \mu, \sigma)$; un secondo caso invece porta alla funzione Normale che si caratterizza quando $\alpha = 2$ e $\beta = 0$, e quindi $S \sim (2, 0, \mu, \sigma)$.

Con la Definizione 4 si sono anticipate le caratteristiche che seguono i parametri che descrivono la (4.6). È tuttavia opportuno dare una chiara spiegazione del ruolo che ciascuno di essi svolge, in quanto il valore assunto influenza la conformazione della funzione.

Il primo parametro, α , è detto indice di stabilità o esponente caratteristico. Si tratta di un parametro strettamente legato all'indice di curtosi, infatti anch'esso è legato all'area sottostante le code della distribuzione. È importante notare che l'indice di stabilità si comporta in modo inversamente proporzionale rispetto alle code. In altre parole, per valori bassi di α le code della distribuzione sono più grosse, di conseguenza la massa di probabilità al di sotto delle code è maggiore rispetto allo scenario opposto estremo, quando $\alpha = 2$. In questo caso si è infatti in corrispondenza del caso specifico della distribuzione Normale, la quale è caratterizzata dalla più bassa probabilità associata ad eventi estremi. Un ulteriore aspetto importante riguarda che, in generale, quando $\alpha < 2$ non è mai possibile calcolare la varianza in quanto infinita. Ciò implica che per stimare il rischio di un titolo o di uno strumento finanziario sarà necessario affidarsi ad un parametro differente. Inoltre, se $\alpha < 1$, non solo la varianza sarà infinita ma lo sarà anche la media.

Per quanto riguarda il parametro β si è già anticipato come si distribuisca all'interno dell'intervallo $[-1, 1]$. Questo parametro viene utilizzato come indice di asimmetria della distribuzione di probabilità. In base al valore assunto da β è possibile indicare diverse fattispecie:

- Se $\beta > 0$, la distribuzione ha simmetria positiva. Ciò significa che la variabile è asimmetrica verso destra rispetto al parametro μ , il quale, come si vedrà, svolge il ruolo di indice di localizzazione. Quando il parametro di asimmetria tende al valore estremo, 1, la distribuzione si caratterizza per una grossa coda a destra mentre tende quasi a scomparire quella sinistra;
- Se $\beta < 0$, allora la simmetria sarà negativa. Questo implica che la distribuzione è asimmetrica verso sinistra rispetto a μ . In questo caso più il parametro si avvicina al valore estremo -1, più la coda sinistra cresce e quella destra tende ad assottigliarsi;

- Se $\beta = 0$, allora in questo caso la distribuzione sarà simmetrica. Si tratta del caso che caratterizza anche la Normale;
- Se $\beta = 1$ \vee $\beta = -1$, nel caso di valori estremi si verifica rispettivamente completa asimmetria a destra o a sinistra.

Il ruolo del parametro μ è stato sopra definito come indice di localizzazione. Nonostante la notazione sia analoga a quella per indicare la media della distribuzione Normale, il parametro di localizzazione coincide con essa solo per valori di α maggiori di 1. In generale, vale infatti che, se $\alpha \in [1,2]$ allora il valore di μ coincide con il valore medio della distribuzione, mentre negli altri casi tende ad infinito. È quindi opportuno precisare che il comportamento dei due parametri è simile. Per le distribuzioni stabili, infatti, μ svolge un ruolo che fornisce informazioni riguardo alla posizione della distribuzione di probabilità; se si dovesse sommare una costante k alla variabile, per esempio, si avrebbe una semplice traslazione della variabile medesima, analogamente a come si comporterebbe la media nel caso gaussiano. Vale pertanto che, per una costante $k \in \mathbf{R}$, se $X \sim (\alpha, \beta, \mu, \sigma)$, allora $X + k \sim (\alpha, \beta, \mu + k, \sigma)$.

Il quarto ed ultimo parametro è σ , il quale viene utilizzato come parametro di scala il cui valore si colloca nell'intervallo $[0, +\infty)$. Esso esprime una quantità legata alla dispersione della distribuzione, ed è strettamente legato al valore assunto da α . Nel caso in cui la distribuzione fosse moltiplicata per una costante, infatti, si possono ricavare due distinti scenari in relazione al valore assunto da α . A tal riguardo, vale il seguente teorema: data una costante $k \in \mathbf{R}$, se $X \sim (\alpha, \beta, \mu, \sigma)$ allora:

$$k \times X \sim \begin{cases} S(\alpha, \text{sgn}(k) \times \beta, k \times \mu, |k| \times \sigma) & \text{se } \alpha \neq 1 \\ S\left(1, \text{sgn}(k) \times \beta, k \times \mu - \frac{2}{\pi} \times k - \log(k) \times \sigma \times \beta, |k| \times \sigma\right) & \text{se } \alpha = 1 \end{cases}$$

Questo risultato si può tradurre in altri termini dicendo che, se la distribuzione di probabilità venisse moltiplicata per una costante, è possibile ricavare una nuova variabile casuale stabile con stesso esponente caratteristico ma diversa forma. È possibile allora definire il comportamento di σ simile a quello svolto dalla *standard deviation* come misura di dispersione, la quale in termini finanziari equivale ad uno strumento per quantificare il rischio.

Il valore assunto da questi quattro parametri sarà un elemento indispensabile per caratterizzare la distribuzione e ricavare quindi le informazioni rilevanti sul fenomeno osservato. Tuttavia, la stima dei parametri è un lavoro che rimane ad oggi particolarmente complesso. Per questo motivo, ai fini di questo elaborato si è fatto uso del software MATLAB il quale è in grado di computare automaticamente la stima dei parametri e mediante l'applicazione del metodo della massima verosimiglianza.

Il motivo per cui si è deciso di utilizzare questa ipotesi distributiva per descrivere il rendimento dei titoli è frutto della volontà di distaccarsi dai modelli tradizionali della finanza quantitativa al fine di operare con un modello che meglio si adatti alla realtà. Inoltre, applicare tale scenario ad un contesto di consulenza automatizzata risulta essere una grande innovazione che potrebbe

costituire una interessante alternativa per questa tipologia di servizi. L'assunzione di distribuzioni stabili nell'implementazione della fase di *asset allocation* può aiutare il robot a generare offerte più conservative in termini di rischio in modo tale da proteggere l'investitore da improvvisi shock di mercato. Il problema di ottimizzazione che verrà impostato sarà caratterizzato da un ulteriore aspetto che viene presentato nel paragrafo successivo. A tal riguardo si parlerà della cosiddetta *Particle Swarm Optimization*, la quale è una tecnica che permetterà la risoluzione a questo genere di problemi anche qualora la difficoltà computazionale sia particolarmente elevata.

4.3 UN'ALTERNATIVA METAEURISTICA PER LA RISOLUZIONE DI PROBLEMI COMPLESSI DI OTTIMIZZAZIONE: LA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION*

L'utilizzo di misure di rischio particolarmente complesse e l'inserimento di vincoli, che spesso prevedono l'utilizzo di variabili miste-interi⁹⁴, possono rendere i problemi di ottimizzazione *NP-completi*⁹⁵ o *NP-hard*. L'implicazione che ne deriva riguarda criticità in termini di efficienza, in quanto qualora esista e si trovi una soluzione, i programmi di calcolo possono richiedere lunghe attese, nonché di efficacia, in quanto non è detto che il problema ammetta soluzioni⁹⁶. Il problema che si manifesta in questi casi è dovuto al fatto che questa tipologia di misure di rischio e di vincoli comportano maggiori criticità dal punto di vista della risoluzione matematica. Nello specifico non sarà più utilizzabile la tecnica dei moltiplicatori di Lagrange per giungere ad una soluzione ottima, in quanto non saranno più rispettate alcune delle proprietà analitiche poste a fondamento di tale metodo.

Da alcuni anni in letteratura, tuttavia, sono comparsi alcuni processi risolutivi innovativi che permettono di arginare ed oltrepassare questi limiti. A tal riguardo si parla delle cosiddette metaeuristiche. Si tratta più precisamente di algoritmi approssimati che permettono di ottenere delle soluzioni efficienti, cioè quelle che risiedono nelle zone più "promettenti" dello spazio delle soluzioni ammissibili, in un tempo computazionalmente accettabile. Si genera infatti un trade-off tra tempo ed ottimalità del risultato. In altre parole, con questi metodi è possibile "sacrificare" i benefici derivanti da una soluzione ottima al fine di ottenere un risparmio consistente in termini di tempo nella computazione del processo. Questi metodi sono particolarmente apprezzati per il semplice fatto che permettono di trovare una soluzione che si avvicina a quella ottimale in tempi relativamente brevi, cosa che nel contesto di ottimizzazione di portafoglio può risultare un aspetto particolarmente vantaggioso.

La categoria delle euristiche, in generale, non nasce come approccio risolutivo specifico per i problemi di ottimizzazione vincolata, come per esempio la selezione di portafoglio. Questo genere di algoritmi sono, nella maggior parte dei casi, *nature-inspired*, ciò significa che prendono spunto da comportamenti presenti in natura per poi riproporli in ambienti complessi, come l'informatica, l'ingegneria, o la finanza appunto. Un esempio per comprendere come funziona questo approccio riguarda il modo di operare delle api nella loro quotidianità. La forma esagonale scelta dalle api per contenere il miele nelle singole celle non è casuale; è infatti dimostrabile come essa sia la forma che consente di massimizzare il rapporto perimetro/volume, consentendo alle api di immagazzinare così la maggior quantità di miele possibile. In sintesi,

⁹⁴ Come per esempio quelli relativi al numero minimo di lotti introdotti nel Capitolo 3.

⁹⁵ Con NP si intende la categoria più complessa tra i "problemi non deterministici in tempo polinomiale". Ciò significa che se dovesse esistere un algoritmo che può risolvere velocemente un problema NP-Completo, allora può risolvere ogni altro problema NP.

⁹⁶ R. Ruiz-Torrubiano, A. Suarez, 2010, "Hybrid Approaches and Dimensionality Reduction for Portfolio Selection with Cardinality Constraints", IEEE Computational Intelligence Magazine, Vol 5, pp. 92-107

quindi, una metaeuristica può intendersi come un insieme di regole “intelligenti” che permettono di affrontare una grande varietà di problemi di ottimizzazione.

Il metodo con cui questi approcci sono implementati deve soddisfare, tuttavia, almeno due proprietà minime: si parla a riguardo della proprietà di *exploration* e quella di *exploitation*. La prima deve permettere agli algoritmi risolutivi di individuare all’interno dell’intero spazio ammissibile le zone in cui potenzialmente possono esistere i punti oggetto dell’ottimizzazione. Si tratta della proprietà legata all’individualità del singolo che ricerca la soluzione. Una volta individuata l’area in cui si può trovare la possibile soluzione, la metaeuristica applica la seconda proprietà, in modo tale da perlustrare questa zona per avvicinarsi al punto ottimo. Si tratta della proprietà legata alla socialità tra i diversi individui, i quali interagiscono informando gli altri elementi del gruppo relativamente alle posizioni da loro esplorate. Il processo di ricerca avviene attraverso un meccanismo iterativo di un numero fissato di fasi, al termine delle quali sarà “restituito” il miglior risultato tra quelli ottenuti durante ciascun ciclo.

In letteratura, si sono sviluppati diversi metodi risolutivi basati sulle metaeuristiche. Nella maggior parte dei casi, ciascuno di essi presenta delle caratteristiche comuni a tutti i modelli di questa specie ed altre peculiari. In particolare, si possono distinguere due principali categorie di algoritmi:

- *Population-based metaheuristic*, i quali sono inizializzati tramite la generazione casuale di un insieme di soluzioni, le quali vengono di volta in volta perfezionate tramite un opportuno processo iterativo. In questo modo, dalla popolazione iniziale vengono generate nuove particelle (soluzioni) che sostituiscono in tutto o in parte quelle precedenti, generando così delle nuove popolazioni di soluzioni;
- *Trajectory-based metaheuristic*, questi sono invece dei processi che partono da un’unica soluzione iniziale. Anche in questo caso si sostituisce la presente soluzione con un’altra, tendenzialmente migliore.

Alcuni di questi algoritmi sono dotati di un’ulteriore proprietà: la presenza di memoria. Essa serve principalmente nella fase di *exploitation*, in quanto quando si è alla ricerca dei punti di massimo o di minimo si tiene memoria delle migliori posizioni precedentemente occupate.

Sorge tuttavia una complicazione: questi algoritmi sono in grado di affrontare problemi di ottimizzazione non vincolati. Lo sviluppo di queste tecniche permette, ad ogni modo, di aggirare questa difficoltà attraverso una riformulazione del sistema di vincoli. In particolare, il problema di ottimizzazione verrà riformulato attraverso l’inserimento di funzioni di penalità direttamente nella funzione obiettivo. In questo modo è possibile aggirare l’ostacolo che altrimenti renderebbe inapplicabile la tecnica proposta.

Esistono numerose metaeuristiche, tra le principali si riconoscono:

- *Genetic Algorithms* (GA), i quali si ispirano alla selezione naturale della popolazione di soluzioni di cui sono composti. In particolare, questi evolvono verso soluzioni migliori le quali vengono composte mediante un processo che mima la riproduzione. Il processo sfrutta le proprietà di tre operatori: la *selection*, la quale effettua la selezione delle coppie di soluzioni genitori, il *crossover*, il quale invece è un operatore binario che divide la stringa che rappresenta le due particelle genitori e le cui due metà generano due nuove soluzioni figlie, ed infine la *mutation*, la quale è invece un operatore “unary” che opera modificando una cifra della stringa che rappresenta la nuova soluzione con una probabilità fissata a priori;
- *Particle Swarm Optimization* (PSO), si tratta invece di un algoritmo di risoluzione a problemi di ottimizzazione non vincolata simile ai GA ma di derivazione ed applicazione differente. Nasce dallo studio del comportamento di stormi di uccelli e di banchi di pesce, in particolare focalizzandosi sulle azioni che ogni singolo componente compie rispetto al comportamento del gruppo al fine di ottimizzare un determinato problema. Da un punto di vista operativo è più apprezzata rispetto ai GA per i problemi di selezione di portafoglio in quanto generalmente offre delle soluzioni con una tempistica più rapida;
- *Fireworks Algorithms* (FWA), è una tecnica della famiglia delle “*swarm intelligences*” e segue pertanto un meccanismo molto simile a quelli visti sopra. Ad ogni modo non appartiene alla classe di algoritmi *nature-inspired*, in quanto il processo risolutivo si ispira alla tecnica esplosiva dei fuochi d’artificio. La ricerca delle soluzioni in questo caso viene paragonata alla propagazione nello spazio delle scintille generate dallo scoppio.

Ci si limita a citare i principali metodi più diffusi nonostante si tratti di un elenco molto più lungo. Ai fini di questo elaborato sarà eseguito un approfondimento per quanto riguarda la tecnica PSO. Nel paragrafo successivo ne saranno, infatti, presentati la struttura ed il settaggio che permette di giungere alla soluzione migliore. Lo scopo principale sarà poi quello di applicare questa tecnica ad un modello di selezione media – ES con ipotesi di distribuzioni di rendimento stabili.

4.3.1 La Particle Swarm Optimization

Quando si parla di PSO si fa riferimento ad una metaeuristica *bio-inspired* che utilizza l’approccio *population-based* prima descritto. Comparve in letteratura nel 1995, quando J. Kennedy ed R. Eberhart pubblicarono un articolo nell’*Annal of Operations Research*. La ricerca suscitò interesse grazie al fatto che venne applicato un algoritmo risolutivo per la ricerca di soluzioni a problemi di ottimizzazione derivanti da campi molto diversi tra loro.

Il comportamento tipico delle particelle alla ricerca di una soluzione tra le regioni dello spazio ammissibile è caratterizzato, nel caso PSO, da una particolare interazione tra di esse. Avviene, infatti, una sorta di comunicazione e di condivisione delle informazioni da e verso il resto del

gruppo. La PSO si può definire come un algoritmo che, una volta eseguito, produce un risultato al raggiungimento di un preimpostato criterio di stop.

In generale, i problemi di ottimizzazione vengono affrontati da una popolazione di particelle, di cui ciascuna rappresenta una possibile soluzione descritta da un valore di fitness, il quale a sua volta esprime una sorta di indice di qualità. Il processo per giungere ad una soluzione del problema di ottimizzazione si sviluppa con la seguente successione di fasi:

1. Inizializzazione, viene generata casualmente una popolazione di particelle all'interno dello spazio ammissibile. Ciascuna delle particelle sarà descritta dal vettore $(x_i^0, v_i^0) \forall i$, dove $i = \{1, 2, \dots, n\}$, mentre x_i^0, v_i^0 rappresentano rispettivamente la posizione e la velocità iniziali di ogni particella;
2. Calcolo del valore della funzione di fitness di ogni particella;
3. Confronto del valore assunto dalla funzione obiettivo di ciascuna particella con il proprio punteggio migliore, $pbest$. Nel caso in cui il valore generato dalla t -esima iterazione è maggiore del $pbest$ registrato se ne dovrà aggiornare il valore. Vale pertanto la seguente equazione: $p_i^{t+1} = x_i^{t+1}$;
4. Assegnazione del valore di $gbest$ alla particella che, per ogni iterazione, ha avuto il miglior punteggio, aggiornando via via il valore;
5. Aggiornamento della velocità e della posizione di ogni elemento. Questo avviene secondo il sistema:

$$\begin{cases} v_i^{t+1} = w^t \times v_i^t + c_1 \times rand_1 \otimes (p_i - x_i^t) + c_2 \times rand_2 \otimes (s - x_i^t) \\ x_i^{t+1} = x_i^t + v_i^{t+1} \end{cases} \quad (4.7)$$

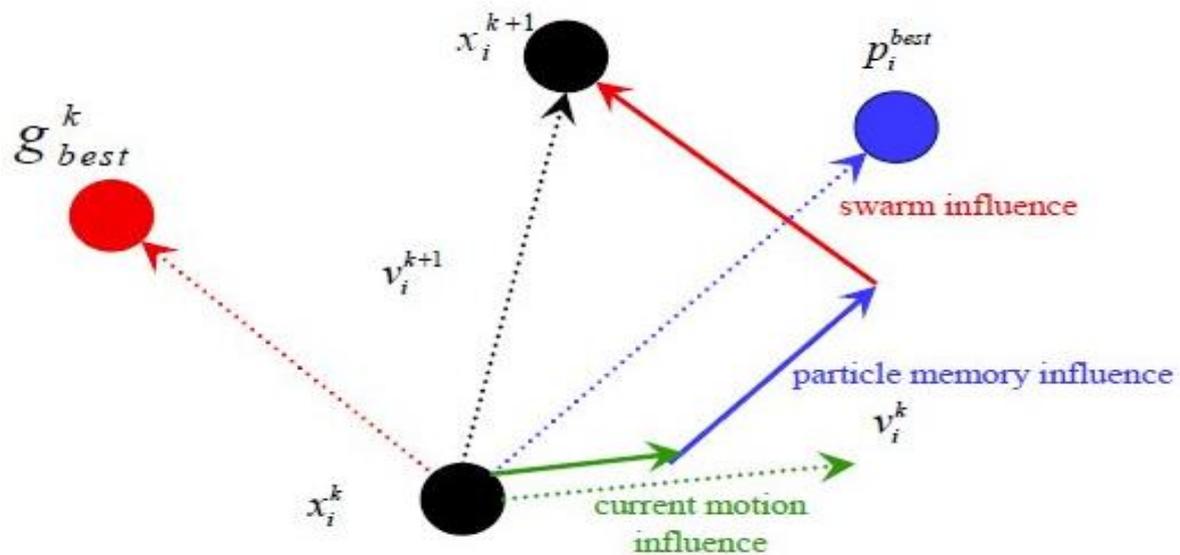
dove:

- $rand_1$ e $rand_2$ sono due costanti appartenenti all'intervallo $[0, 1]$;
- \otimes è invece il simbolo usato per il prodotto di matrici di ugual dimensione.

Le fasi dalla numero 2 alla 5 vengono ripetute iterativamente fino al raggiungimento del criterio di stop, cioè una volta eseguita la t -esima ripetizione.

L'effetto di una iterazione di tale processo applicata ad una particella può essere graficamente rappresentato come segue.

Figura 4.1: Processo PSO. (Fonte Basil et. Al, 2018).



Da un punto di vista strutturale, ciascun problema di ottimizzazione sarà implementato nel modo più consono al contesto di riferimento. Nel caso in esame, il settaggio del problema da ottimizzare parte da un posizionamento casuale e ben distribuito delle particelle nello spazio, al fine di poter esplorare la maggior parte dell'area ammissibile. A ciascuna di esse verranno attribuiti dei punteggi i quali indicheranno la bontà della posizione occupata dalla particella. Se il problema di ottimizzazione riguarda una massimizzazione, allora, più è elevato il valore di fitness più la particella si trova vicina alla soluzione ottima. Al contrario, per i problemi di minimizzazione (come quello che verrà trattato in seguito) più è basso migliore sarà il posizionamento raggiunto dalla particella. Ciascuna particella, inoltre, sarà dotata di una propria velocità, anch'essa attribuita in partenza in modo casuale. Oltre alle caratteristiche di ciascun singolo elemento, si dovranno definire anche: il numero totale di particelle, lo spazio delle soluzioni, il numero di iterazioni e la funzione obiettivo.

Una volta impostato il problema l'algoritmo di PSO farà muovere tutti gli elementi dell'insieme i quali si sposteranno dalla posizione corrente tenendo in considerazione (per ogni iterazione) il punto da cui partono, la miglior posizione che hanno occupato singolarmente (*best fitness*) e la miglior posizione occupata dall'intero gruppo (*global best fitness*). In termini analitici, il problema si può rappresentare esprimendo:

- Lo spazio delle soluzioni $S \subseteq R^D$, dove $D \in \{1, 2, \dots\}$;
- La funzione obiettivo, la cosiddetta *fitness function*, definita come $f: S \rightarrow R$. È calcolata per ciascuna particella ad ogni iterazione;
- Ogni i -esima particella per ciascuna iterazione t secondo le proprietà di:

- Posizione corrente $x_i^t \in R^D$;
 - Velocità v_i^t ;
 - *Fitness value* $f(x_i^t)$;
 - Miglior posizione passata p_i , la quale equivale al valore di $pbest_i = f(p_i)$. Questa caratteristica esprime la presenza di memoria nella particella, in quanto riconosce tra tutte le posizioni occupate quella che più si avvicina alla soluzione ottima;
- Il numero totale di particelle N ;
 - Il numero di iterazioni t ;
 - Il peso di inerzia, w , il quale stabilizza la velocità della particella;
 - I coefficienti di accelerazione, c_1, c_2 , dove il primo rappresenta l'effetto della direzione attuale sulla direzione all'iterazione successiva di una singola particella. Il secondo invece analogamente si riferisce all'intera popolazione. Sono chiamati rispettivamente *cognitive acceleration coefficient* e *social acceleration coefficient*;
 - La miglior posizione passata dell'intera popolazione $gbest = f(s)$.

Particolarmente importanti sono le funzioni che vengono svolte dai parametri c_1, c_2 e w . Questi parametri possono essere aggiustati più volte durante il processo in quanto al loro variare si possono ottenere soluzioni più vicine a quella ottimale. Svolgono infatti un ruolo di controllo sull'intero processo risolutivo iterato, il quale viene implementato attraverso la seguente relazione: $\left[\frac{c_1+c_2}{2}\right] - 1 < w^t$. Il rispetto di questa disuguaglianza permette la convergenza verso la soluzione ottima del problema di ottimizzazione.

Nella procedura risolutiva della PSO l'aspetto principale riguarda la fase di aggiornamento della velocità, presente al punto 5. L'importanza del peso di inerzia w^t risiede proprio in questa sede. Se per qualche motivo dovesse essere eliminata la velocità incontrollata delle particelle comporterebbe la mancanza di esplorazione di alcune zone dello spazio ammissibile (Corazza et al., 2013)⁹⁷, rendendo il processo poco utile. Per questo motivo generalmente si richiede che il parametro w^t sia linearmente decrescente all'aumentare del numero di iterazioni. Questa proprietà viene descritta dalla relazione:

⁹⁷ M. Corazza, G. Fasano, R. Gusso, 2011, "Particle Swarm Optimization with Non-Smooth Penalty Reformulation for a Complex Portfolio Selection Problem", Applied Mathematics and Computation, pp. 611-624.

$$w^t = w_{max} + \frac{w_{min} - w_{max}}{T} \times t^{98}$$

dove T è il numero associato all'ultima iterazione.

Tornando alla (4.7), si pone in evidenza che essa è costituita da tre elementi. Particolarmente rilevanti sono infatti il secondo ed il terzo addendo della relazione. Si tratta dei processi di memoria, i quali operano per avere come *benchmark* la miglior posizione assunta dalla particella sia singolarmente che in modo aggregato con l'intero sciame. Il ruolo svolto da queste due relazioni è anch'esso di estrema importanza, in quanto, altrimenti, la particella si muoverebbe senza alcun "*benchmark*" di confronto. Rispettivamente il secondo ed il terzo addendo ricoprono le funzioni di ricerca di ottimo locale e globale.

In generale, la PSO e tutti gli algoritmi di tipo *population-based* sono accomunati dalla presenza di alcune particolarità. Si possono riconoscere a riguardo tre proprietà:

- **Robustezza:** l'interazione permette di ottenere un buon esito del processo di ottimizzazione anche qualora una particella si sia distanziata dallo stormo. Ciò significa che se una particella esplora uno spazio distante dalla regione in cui risiede la soluzione ottima, ciò non compromette l'esito della ricerca;
- **Flessibilità:** sono metodi non *problem-specific*, applicabili quindi in diversi contesti;
- **Auto-organizzazione:** l'insieme di particelle è in grado di instaurare una sorta di autogestione del processo di ricerca, a conferma delle due ipotesi poste qui sopra.

In base alla tipologia del problema di ottimizzazione che si sta affrontando, le caratteristiche di cui sopra si manifesteranno in modo specifico a seconda di come sarà eseguita la ricerca e degli obiettivi del problema.

Quanto visto fino ad ora riguarda il generale approccio con cui la PSO viene applicata ai problemi di ottimizzazione. In precedenza, si è accennato come le metaeuristiche siano un metodo risolutivo per problemi di ottimizzazione non vincolata. Dal momento che la PSO verrà applicata ad un problema di selezione di portafoglio, nel paragrafo successivo verrà presentato il metodo con cui i vincoli dovranno essere convertiti per la successiva applicazione al sistema metaeuristico.

⁹⁸ Solitamente i valori assunti dai parametri sono: $w_{min} = 0.4$ e $w_{max} = 0.9$. Cambia inoltre l'annotazione per il numero di iterazioni, in questo caso espresse da t .

4.3.2 La PSO come metodo risolutivo per l'ottimizzazione di problemi vincolati

All'interno di questo paragrafo verrà approfondito il metodo con cui viene applicato l'approccio metaeuristico della PSO a problemi di ottimizzazione vincolata. Il problema affrontato riguarderà una minimizzazione di una particolare misura coerente per il rischio chiamata *Expected Shortfall*, di cui si è parlato precedentemente. I vincoli che verranno presi in considerazione sono alcuni di quelli visti nel Capitolo 3. Il motivo risiede nel fatto che si cercherà di riprodurre una tecnica di *asset allocation* che si avvicini il più possibile a quanto eseguito nella pratica dalla maggior parte degli operatori.

Per eseguire la trasformazione della selezione di portafoglio in problema di ottimizzazione non vincolata, si può far affidamento ad alcuni dei numerosi metodi proposti in letteratura. In questo caso si è ricorso ad una tecnica che introduce le cosiddette *penalty function*. Si tratta di un metodo con cui si converte il sistema di vincoli del problema di ottimizzazione introducendolo direttamente nella funzione obiettivo. L'ottimizzazione vincolata del problema genera poi un numero di soluzioni predeterminato, le quali sono generate attraverso un processo iterativo e la cui bontà viene descritta dal valore di fitness. Le particelle sono libere di esplorare anche lo spazio che oltrepassa la regione ammissibile, ma in questo caso il *fitness value* sarà penalizzato (diminuito se si tratta di un problema di massimizzazione, o aumentato nel caso di minimizzazione). Pertanto, la funzione obiettivo sarà particolarmente influenzata dal valore delle particelle che non rispettano la regione ammissibile in quanto fortemente penalizzate.

Nel caso in esame verranno quindi presi in considerazione i seguenti vincoli: di bilancio, di redditività, del numero minimo e massimo di titoli da inserire in portafoglio, di percentuale minima e massima investibili in un unico titolo e di costo. Di seguito, verrà presentato come trasformare la classica struttura di risoluzione per renderla applicabile alla tecnica PSO. Si noti tuttavia, che, i vincoli utilizzati nella struttura di ottimizzazione vincolata presentata nel capitolo precedente, vengono in questo caso tradotti in violazioni inserite direttamente nella funzione obiettivo:

- Vincolo di bilancio: $x'e = 1 \rightarrow |\sum_{i=1}^N x_i - 1|$;
- Vincolo di redditività: $x'r = \pi \rightarrow |x'r - \pi|$;
- Vincolo sul numero di titoli selezionabili: $\sum_{i=1}^N z_i = K \rightarrow |\sum_{i=1}^N z_i - K|$;
- Vincolo sulla concentrazione massima: $\varepsilon_i z_i \leq x_i \rightarrow \sum_{i=1}^N \max\{0; \varepsilon_i z_i - x_i\}$;
- Vincolo sulla concentrazione minima: $x_i \leq \delta_i z_i \rightarrow \sum_{i=1}^N \max\{0; x_i - \delta_i z_i\}$;
- Vincolo di positività: $z_i \in \{0,1\} \rightarrow \sum_{i=1}^N |z_i(1 - z_i)|$;

- Vincolo di costo: il costo, è un elemento che può erodere facilmente le performance del paniere. È possibile descrivere il costo secondo una funzione di cui si trova ampia argomentazione in letteratura⁹⁹. Un'esemplificazione può essere rappresentata come segue:

$$\varphi(x_i) = \begin{cases} \alpha_i^+ x_i, & \text{se } x_i \geq 0 \\ -\alpha_i^- x_i, & \text{se } x_i < 0 \end{cases}$$

dove α_i^+ e α_i^- sono i tassi di costo associati alla vendita o all'acquisto di un titolo x . A questo punto è necessaria una considerazione: questa funzione può considerarsi valida per coloro che eseguono direttamente gli ordini di investimento, siano essi di acquisto o di vendita. Invece, non può considerarsi valida per chi investe tramite RAs, in quanto i costi saranno decisamente diversi a seconda del servizio che la piattaforma offre. Sotto questo aspetto le varie proposte presenti sul mercato presentano costi piuttosto differenti, ma ciascuna di esse può semplicemente riassumersi considerando due fattori: costi fissi e costi variabili. Ciò che verrà quindi inserito all'interno della funzione obiettivo all'interno del problema di ottimizzazione sarà:

$$\sum_{i=1}^N \text{fix} + \text{float} \times C \leq \delta$$

dove δ indica un limite soglia per impostare un tetto massimo di costo, mentre fix e float rappresentano rispettivamente i costi fissi e variabili. L'inserimento di questo vincolo permette quindi un controllo della spesa al fine di non intaccare le performance del portafoglio generato.

Il modello che verrà proposto seguirà pertanto l'ottimizzazione di un problema di minimizzazione dell'*Expected Shortfall*, il quale, dati i vincoli, sarà rappresentato come segue:

$$\min_{x_1, \dots, x_N} [ES] + \frac{1}{\varepsilon} [|\sum_{i=1}^N x_i - 1| + |x'r - \pi| + |\sum_{i=1}^N z_i - K| + \sum_{i=1}^N \max\{0; l_i z_i - x_i\} + \sum_{i=1}^N \max\{0; x_i - u_i z_i\} + \sum_{i=1}^N |z_i(1 - z_i)| + \sum_{i=1}^N \max\{0, \text{fix} + \text{float} * C - \delta\}] \quad (4.8)$$

dove:

- x_i si riferisce alla percentuale investita nell'asset i -esimo;
- π indica il valore minimo di rendimento richiesto al portafoglio;
- z_i indica se il titolo è stato selezionato ($z_i = 1$) o meno ($z_i = 0$) nel portafoglio;
- l_i indica la percentuale minima del titolo i -esimo che può essere selezionata;
- u_i indica la percentuale massima del titolo i -esimo che può essere selezionata;
- fix indica il valore dei costi fissi;
- float indica il valore dei costi variabili
- ε è il parametro che permette di convertire il problema in forma non vincolata;

⁹⁹ Si veda per esempio Boyd et al., 2007 pp. 345-346 e 352-354.

Il ruolo svolto da ε è particolarmente importante, in quanto è possibile dimostrare che esiste un valore di ε definito $\varepsilon^* \in R$ tale per cui se $\varepsilon \in (0, \varepsilon^*]$, allora la soluzione ottima del problema vincolato è ammessa nella regione studiata dal problema non vincolato¹⁰⁰. Pertanto, ε viene denominato fattore di penalità e il suo valore viene trovato in modo iterativo.

Nel capitolo successivo verrà proposta l'applicazione del modello *media-Expected Shortfall* per la costruzione di portafogli efficienti, e successivamente posto un confronto con un'applicazione del modello *media-varianza*. Sembra opportuno anticipare il fatto che, trattandosi di algoritmi approssimativi non è da escludere la possibilità di non trovare punti di minimo globale.

¹⁰⁰ Per l'eventuale dimostrazione del teorema si rimanda a G. Di Pillo and L. Grippo, 1989, "*Exact penalty functions in constrained optimization*", *SIAM Journal on Control and Optimization*, pp. 1333-1360.

Capitolo 5

Un modello media – *Expected Shortfall* in ambiente stabile

In questo capitolo ci si appresta a presentare i risultati ottenuti tramite l'applicazione della fase di *asset allocation* implementando i concetti e la struttura presentati nel capitolo precedente. In questa sezione verranno esposti i criteri e le logiche per il procedimento di *portfolio selection* compatibile con le proposte dei servizi di Robo-Advisory. Verranno proposti tre diversi scenari di investimento in relazione al profilo di rischio di tre potenziali clienti e successivamente confrontati con un modello che rispetti le ipotesi di distribuzione Normali come invece tradizionalmente avviene.

5.1 INTRODUZIONE

I precedenti capitoli hanno svolto un ruolo di sostanziale introduzione a quanto si vuole sviluppare in questa sezione. Partendo dalla tradizionale attività di consulenza in materia di attività di investimento finanziario si è voluto porre un confronto con la più moderna proposta dei Robo-Advisors. Il crescente successo raggiunto da queste piattaforme di investimento ha attirato l'attenzione anche dell'ambiente accademico, interessato a capirne le varie sfaccettature e diverse implementazioni.

L'obiettivo di questo elaborato è quello di verificare se i vantaggi innovativi apportati da questi servizi siano conciliabili con le sempre più elevate richieste di tutela dell'investitore da parte dei diversi ordinamenti legislativi in materia di gestione del rischio. Il motivo alla base di ciò risiede in alcune critiche mosse nei confronti dell'attività di Robo-Advisory, in quanto accusata su più fronti di non garantire un sostanziale miglioramento in termini di costi per il cliente oltre al fatto di non assicurare investimenti in linea con i singoli profili di rischio. Per questo motivo è stata condotta un'indagine i cui risultati hanno mostrato una chiara preponderanza all'utilizzo di metodi di allocazione degli asset costruiti secondo tecniche tradizionali e non particolarmente all'avanguardia se confrontati con la tecnologia utilizzata per offrire questi servizi. Il diffuso utilizzo di modelli sviluppati sul criterio media-varianza e, più in generale, sulla statistica Normale rischiano di ridurre le potenzialità che i servizi di Robo-Advisory dispongono. Questo si traduce infatti in una sostanziale sottostima dei rischi a cui un cliente viene esposto, i quali vengono amplificati qualora non sia presente un operatore umano.

Il principale rischio riguarda la diffusione di portafogli poco robusti rivolti ad un pubblico sempre più ampio, in quanto il canale di contatto con i RAs è molto più diretto rispetto al recarsi presso una sede di consulenza. Come si è visto, i clienti di questo genere di servizi sono particolarmente eterogenei, in quanto richiamano sia l'attenzione del giovane studente interessato alla gestione del risparmio ma che dispone di un capitale ridotto, sia la curiosità di

individui più maturi i cui interessi sono mossi dalla ricerca di modalità di investimento alternative che ne possano contenere i costi. Per soddisfare questa moltitudine di esigenze, nascono allora queste piattaforme.

Nello specifico, in questa sede le caratteristiche dei clienti verranno suddivise in base ad una clusterizzazione basata su tre diverse classi di rischio: alto, medio e basso. Le ipotetiche risposte al questionario redatto da MiFID II di un potenziale cliente vengono di norma ponderate secondo i criteri di adeguatezza ed appropriatezza, e successivamente aggregate per stilare il profilo di rischio. Non è obiettivo di questo elaborato dare dimostrazione delle tecniche migliori per ottenere questa informazione, è doveroso precisare che per completezza si sono prese in considerazione almeno tre possibili scenari differenti. A tal riguardo si sono presi in considerazione specifici parametri ed assunzioni che permettessero di regolare livelli di rischio differenti. Per fare questo, infatti, sono stati impostati diversi livelli alle quote di composizione a strumenti di settori tipicamente più o meno volatili, nonché un livello di rendimento differente per ciascun profilo di rischio.

Per quanto riguarda l'aspetto relativo ai costi, il servizio è molto variabile a seconda della piattaforma considerata e spesso la tariffazione delle commissioni è inversamente proporzionale al capitale investito. Ad ogni modo, per l'implementazione della fase di *asset allocation* non dovranno essere considerati i costi sostenuti dal cliente legati al capitale investito, quanto piuttosto quelli sostenuti dalla piattaforma per la composizione del portafoglio. In tale fattispecie, pertanto, la funzione di costo si può rappresentare nel seguente modo:

$$\sum_{i=1}^N fix + float \times X_i \leq \delta$$

dove

- *fix* rappresenta i costi fissi;
- *float* riguarda i costi variabili;
- X_i rappresenta la quantità relativa all'*i*-esimo asset inserito nel portafoglio;
- δ è un limite imposta come soglia massima da non superare per non penalizzare le performance.

Per rendere l'applicazione il più possibile verosimile in relazione al servizio offerto da RAs reali, è stata selezionata un'unica categoria di strumenti: gli ETF. Si tratta infatti del principale strumento di negoziazione dei RAs, in quanto permettono fondamentalmente di mantenere dei costi contenuti ed allo stesso tempo di garantire un'elevata diversificazione, due proprietà fondamentali per i servizi automatizzati. Gli *Exchange Traded Funds* sono infatti degli strumenti che simulano l'andamento di un altro indice preso come riferimento. È possibile elencare dei principali vantaggi legati a questi strumenti. *In primis*, il basso *Total Expense Ratio* (TER), un indice che misura l'onerosità dello strumento, dovuto essenzialmente all'assenza di (o ridotte) commissioni per le transazioni. In secondo luogo, l'ampia diversificazione garantita

dallo strumento replicato permette due ulteriori benefici: il primo riguarda una buona ripartizione del rischio qualora i singoli titoli del portafoglio risultino a bassa correlazione. Il secondo, invece, è di carattere monetario. Investendo in ETF è infatti possibile godere dei proventi periodici derivanti dagli strumenti contenuti nel paniere. A riguardo si parla dei dividendi generati dalle aziende o eventualmente degli interessi provenienti dai titoli obbligazionari, a seconda della tipologia e della composizione dell'ETF su cui si investe. Inoltre, c'è un terzo elemento, più sfumato alla percezione del cliente, che risulta essere particolarmente vantaggioso per coloro che impiegano i propri risparmi in questi strumenti. Gli ETF, essendo degli strumenti regolamentati, vengono negoziati all'interno di apposite piattaforme, come per esempio *ETFplus*¹⁰¹. Questo permette di svincolare l'investitore dal rischio emittente, cioè qualora l'emittente dello strumento risultasse insolvente o in default. Gli ETF vengono emessi tramite un patrimonio separato rispetto a quello della società che li costituisce e gestisce, pertanto in caso di fallimento di quest'ultima i creditori sociali non potranno rivalersi sui fondi destinati a questi strumenti. In generale, si può quindi percepire come gli ETF risultino essere una buona risorsa per servizi come il Robo-Advisoring, in quanto permettono di mantenere dei costi bassi per i clienti, garantiscono un'elevata diversificazione e sono strumenti affidabili in termini di tutela per l'investitore.

La maggior parte delle piattaforme di Robo-Advisory offrono ad ogni modo la possibilità non tanto di selezionare singoli strumenti quanto piuttosto di investire in "pacchetti" di ETF già predisposti, i quali potranno comunque essere personalizzati a seconda del profilo del cliente. Questi panieri sono composti da strumenti appartenenti a diverse asset class, in modo tale da poter ampliare il grado di diversificazione del portafoglio complessivo. Generalmente, l'offerta minima del servizio prevede che siano disponibili almeno ETF di tipo azionario ed obbligazionario, ai quali si aggiungono nella maggior parte dei casi ETF sulle materie prime, monetari ed immobiliari. Le piattaforme più sviluppate consentono di accedere anche ad ETF differenziati per area geografica, per settore e per volatilità. Tuttavia, l'offerta media del servizio prende in considerazione non più di sei classi di attività per la composizione del portafoglio. Per questo motivo, nell'applicazione che verrà presentata vengono considerati solamente ETF di tipo azionario, obbligazionario, immobiliare, monetario, sulle materie prime e sui metalli preziosi. Il processo di selezione è stato eseguito prendendo in considerazione i principali strumenti in termini di volume di negoziazione e di dimensione patrimoniale tra i maggiori fondi denominati in euro. Questi saranno implementati per la composizione di tre portafogli differenti in relazione alla quota associata a ciascuna classe. Il processo sarà eseguito sia in ambiente stabile, sia in ambiente Normale, al fine di poter porre un confronto tra i due diversi metodi. Gli ETF considerati sono i seguenti:

- *iShares Core MSCI Europe*, questo ETF replica l'indice *MSCI*, il quale comprende i titoli azionari di aziende provenienti dai 15 principali paesi industrializzati. L'indice investe il 99,19% dei fondi in gestione in titoli azionari, i quali differiscono in undici diversi settori, come quelli finanziario, tecnologico, farmaceutico, energetico, comunicazione ed altri ancora;

¹⁰¹ *ETFplus* è una piattaforma all'interno della quale vengono negoziati gli ETF. Si tratta di un canale gestito da Borsa Italiana all'interno del quale confluiscono tutti gli strumenti regolamentati.

- *iShares STOXX Europe 600*, si tratta di un ETF che replica le seicento più grandi società europee. Il fondo è composto al 99,05% da titoli azionari. La maggior concentrazione si riversa in titoli del settore finanziario, della sanità, dei beni di consumo difensivi e attività industriali non meglio identificate;
- *Lyxor Euro STOXX 50*, è un fondo che replica totalmente in posizione lunga l'andamento delle cinquanta società più grandi dell'eurozona in termini di capitalizzazione. È composto al 100% da titoli azionari diversificati senza concentrazioni in specifici settori;
- *iShares Euro High Yield Corporate Bond*, replica le obbligazioni societarie più grandi e liquide denominate in euro con rating “*sub-investment grade*”¹⁰². In questo caso l'investimento si concentra in titoli obbligazionari, per un totale pari al 98,04% dei fondi. Il principale livello di rating di questi titoli risulta appartenere alla categoria BB della scala valutativa utilizzata da *Morningstar*¹⁰³;
- *iShares Core Euro Corporate Bond*, riproduce l'andamento di obbligazioni di società industriali, *utility* e finanziarie pubblicamente emesse nel mercato degli *Eurobond* e nei mercati domestici dell'eurozona. La composizione del portafoglio presenta il 97.27% investito in obbligazioni principalmente concentrate nelle categoria BBB (52% circa) e A (37% circa);
- *SPDR Bloomberg Barclays 1-3 Year Euro Government Bond*, il quale replica l'andamento dei titoli di stato a scadenza da 1 a 3 anni di membri dell'eurozona denominati in euro. Appartiene alla categoria di rating “*investment grade*”, comprende cioè titoli a rischio moderato;
- *Xtrackers FTSE EPRA/NAREIT Developed Europe Real Estate*, riguarda invece un ETF immobiliare. Questo fondo replica in modo differenziato per tipologia di proprietà e di area geografica le società immobiliari quotate europee e le *REITs*¹⁰⁴. A testimonianza di ciò, il portafoglio del fondo è infatti composto al 98% da titoli del settore immobiliare principalmente di società del *BENELUX*¹⁰⁵ e tedesche;
- *iShares European Property Yield*, a differenza del precedente, replica società immobiliari europee e *REITs* ad eccezione di quelle proveniente dal Regno Unito. Il portafoglio si concentra con oltre il 99% in titoli del settore immobiliare di società provenienti da tutta Europa, con un'unica quota eccedente il 15% di una società tedesca;
- *Lyxor Commodities Thomson Reuters/CoreCommodity CRB EX-Energy TR*, si fa riferimento ad un fondo che riproduce l'andamento dei prezzi di quindici materie prime non energetiche. Simula in modo analogo l'andamento dell'indice *TRS TRReuters/CoreCommo CRB Ex-Energy TR EUR*;
- *UBS ETF (IE) CMCI Composite SF*, si tratta di un fondo che replica l'andamento dei prezzi delle materie prime con copertura in euro. In particolare, si fa riferimento al settore

¹⁰² Si tratta del segmento delle obbligazioni subordinate. Il pagamento delle cedole ed il rimborso del titolo legato a questi strumenti, in caso di default o di difficoltà finanziaria dell'emittente saranno postergati al soddisfacimento degli interessi dei creditori prioritari.

¹⁰³ Tra i principali gruppi leader del settore che effettuano ricerche di mercato e analisi di dati per l'investimento.

¹⁰⁴ Si tratta di quote di società che detengono numerosi immobili fisici che vengono ceduti in locazione. Oltre ai generosi vantaggi fiscali di cui godono, distribuiscono periodicamente (di solito mensilmente) cedole generate dalla riscossione degli affitti.

¹⁰⁵ Acronimo per indicare la triade “Belgium-Netherland-Luxemburg”.

energetico, metalli preziosi, metalli comuni, agricoltura e allevamento. È speculare all'indice *TRS UBS Bloomberg CMCI Composite TR USD*;

- *Xtrackers Physical Silver EUR Hedged*, nello specifico si parla in questo caso di ETC, avendo come riferimento unicamente una *commodity*. Il fondo replica l'andamento del prezzo a pronti dell'argento valutato in dollari secondo la quotazione del mercato londinese ma con copertura in euro;
- *Xtrackers Physical Gold EUR Hedged*, anch'esso ETC relativo però all'oro. La struttura è analoga allo strumento al punto sopra prendendo però a riferimento l'andamento del prezzo a pronti dell'oro in dollari con copertura in euro;
- *Amundi ETF Cash 3 Months EuroMTS Investment Grade*, rientra nella categoria dei fondi monetari. Replica l'andamento dei prezzi dell'indice *EuroMTS Eurozone Government Bill*;
- *Lyxor Euro Overnight Return*, riproduce specularmente l'andamento dell'indice *Solactive Euro Overnight Return*, che a sua volta replica il mercato monetario dell'eurozona. In pratica, si tratta di un deposito a rotazione giornaliero in euro con tasso di interesse legato ad *EONIA (European Overnight Index Average)*.

Per ciascuno di questi titoli è stato preso in considerazione un periodo campionario di sette anni che va dal 01/01/2013 al 31/12/2019. Di questo orizzonte temporale ne sono stati analizzati i dati relativi ai prezzi di chiusura quotidiani, avendo a disposizione perciò un campione di 1773 osservazioni per ciascuno strumento.

Le serie storiche dei prezzi sono state utilizzate da un codice che opera nell'ambiente MATLAB, tramite il quale è stato possibile stimarne le distribuzioni Stabili dei rendimenti, sia a livello di singoli titoli che di portafoglio. Quest'ultimo è stato poi ricavato tramite l'approccio risolutivo della *Particle Swarm Optimization* presentata nel capitolo precedente, avendo come obiettivo quello di minimizzarne l'*Expected Shortfall* in ambiente stabile. Il cuore del progetto risiede all'interno di questa fase, dove il portafoglio selezionato verrà utilizzato nel periodo *out-of-sample* dei tre mesi successivi. Verranno pertanto prodotte delle analisi per il periodo 01/01/2020-31/03/2020 le quali potranno essere quindi comparate con dati successivamente rilevati.

Lo stesso procedimento è stato poi riproposto con ipotesi distributive Normali, in modo tale da verificare quali sono le differenze e quanto incidano sul rischio complessivo del portafoglio. Questo approccio riguarda quello principalmente più diffuso ed utilizzato nella pratica commerciale ed il confronto che verrà eseguito sarà quindi molto significativo ai fini della ricerca.

Nei paragrafi che seguono verranno presentati i passaggi che si sono susseguiti nonché i risultati ottenuti con le diverse applicazioni e per ciascun profilo di rischio. Ulteriori dettagli saranno invece disponibili all'interno dell'Appendice a fine capitolo.

5.2 IL MODELLO: UN APPROCCIO IN MEDIA-EXPECTED SHORTFALL CON IPOTESI STABILI, RISOLTO DALLA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION

Prima di presentare i risultati ottenuti, è opportuno descrivere il metodo con cui si è impostato il problema. La struttura del problema non è possibile replicarla e/o confrontarla con le piattaforme operative, in quanto ciascun distributore utilizza quei vincoli che ritiene più idonei per soddisfare le esigenze dei propri clienti, in modo tale da definire dei portafogli *tailor made* che ne contraddistinguano il servizio. Per questo motivo è stata eseguita una ricerca della letteratura, dove gli esperti hanno formulato un vastissimo panorama di proposte. Tra i vari candidati si è deciso di sviluppare quanto offerto dallo studio condotto da Oriakhi et al. del 2012. Il focus dell'articolo riguarda l'interconnessione tra il ruolo giocato dai costi e quello svolto dall'orizzonte temporale, i quali sono i principali fattori che influenzano il problema di *portfolio selection*. In particolare, l'aspetto concernente il fattore costo viene dimostrato come sia strettamente collegato ai vincoli di cardinalità della funzione obiettivo. In altre parole, è possibile dimostrare che, inserire delle regole sul numero massimo o minimo di titoli e/o di percentuale investibile su un unico titolo, equivale ad introdurre una sorta di limite sul costo. Per questo motivo, oltre ad una funzione volta al controllo degli oneri del servizio, sarà inserita una serie di vincoli incentrati sulle quote di composizione del portafoglio. Non verranno tuttavia considerati tutti i vincoli proposti dall'articolo, in quanto possono risultare poco adattabili a contesti flessibili come l'operatività del Robo-Advisoring. Sebbene con l'utilizzo della PSO sia possibile ottenere una soluzione che si avvicini a quella ottimale anche in presenza di funzioni particolarmente complesse, il trade-off tra efficienza e tempo di risposta del programma può risultare troppo elevato. Per questo motivo è preferibile introdurre dei vincoli che garantiscano un certo livello di flessibilità ma allo stesso tempo solidità nella soluzione. Il modello presentato sarà quindi volto alla minimizzazione dell'*Expected Shortfall* di un portafoglio seguendo la struttura e le ipotesi delineate nel Capitolo 4. Nello specifico saranno quindi considerate le condizioni relative a:

- Vincolo di bilancio: sarà richiesto di investire l'intero capitale che si ha a disposizione;
- Vincolo di “*long-only-position*”: la maggior parte dei RAs, nonché dei consulenti umani prediligono questa tipologia di portafoglio che prevede l'inserimento di sole posizioni lunghe. L'alternativa possibile nel mercato è quella di ricorrere alle cosiddette vendite allo scoperto, di cui si è trattato nel Capitolo 3. Si tratta di strategie che comportano un livello di rischio più elevato che possono non corrispondere con il profilo del cliente;
- Vincolo di redditività: la struttura del portafoglio che verrà generato dovrà garantire che venga rispettato un certo livello limite di rendimento, il quale sarà impostato prendendo come riferimento un generico titolo *risk-free*;
- Vincolo sul numero di titoli selezionabili: uno dei principali obiettivi del servizio di Robo-Advisory risulta essere quello di offrire portafogli ben diversificati, essendo questo uno degli

elementi essenziali per costruire panieri a rischio contenuto. Per questo motivo nel problema di *asset allocation* saranno imposte delle soglie sul numero minimo di titoli differenti che dovranno essere considerati. D'altra parte, è dimostrato come l'effetto della diversificazione comporti benefici entro un certo limite. Pertanto, per evitare di sfumare questa proprietà i distributori tendono a mantenere un contenuto numero di titoli. Ciò accade principalmente per una ragione specifica: investire in molti titoli differenti, seppur ETF o ETC, è presumibile il manifestarsi di un innalzamento del costo di negoziazione che andrebbe ad intaccare la performance totale. Tutto cadrebbe quindi a discapito della percezione del servizio che seppur offerto a prezzi concorrenziali rispetto la consulenza tradizionale, godrebbe di minori risultati;

- Vincolo sulla concentrazione del portafoglio: i vantaggi derivanti dal vincolo precedente potrebbero risultare vanificati se non fosse accompagnato dal presente vincolo. L'effetto diversificazione avrebbe poco senso se non venisse implementato considerando delle quote massime e minime per ciascun investimento. Il processo risolutore del problema potrebbe infatti interpretare il vincolo sul numero di titoli inserendone il minimo e focalizzandosi sull'*asset* che mostra le migliori caratteristiche in termini di performance. Per evitare questo inconveniente è possibile operare impostando dei limiti da rispettare relativamente alle percentuali minime e massime sulla concentrazione di ogni singolo titolo selezionato per comporre il portafoglio;
- Vincolo sulla funzione di costo: come già discusso, questo riguarda uno dei vincoli fondamentali per il servizio di Robo-Advisoring. Verranno mantenuti i costi contenuti il più possibile per simulare un servizio simile a quello previsto nel mercato reale.

Per quanto riguarda invece l'aspetto relativo all'ipotesi di distribuzione stabile dei rendimenti, esso verrà perseguito mediante l'utilizzo del codice MATLAB. Con questo software è infatti possibile eseguire una stima dei parametri che descrivono le distribuzioni stabili ed è inoltre possibile simulare la generazione di una serie di dati di lunghezza desiderata che seguono prefissate distribuzioni stabili. In questo modo è possibile rendere la stima dell'*Expected Shortfall* più consistente, grazie alla disponibilità di un campionamento maggiore.

Una volta delineati il contesto e la fattispecie di riferimento è indispensabile verificare come i prefissati obiettivi vengano implementati nel modello in questione.

5.2.1 I parametri del problema di ottimizzazione e del settaggio per la PSO

Il processo di ottimizzazione del problema dovrà essere in grado di definire la struttura di un portafoglio finanziario in termini di allocazione degli strumenti selezionati e tali che minimizzino l'*Expected Shortfall*. Per far ciò, il programma dovrà seguire delle precise indicazioni impostate esogenamente dal *decision maker*, in questo caso colui che sviluppa il

Robo-Advisor. Si precisa, tuttavia, che dal momento in cui il metodo risolutivo avverrà tramite l'utilizzo di un algoritmo approssimato, è possibile che i risultati non rispettino perfettamente quanto richiesto a priori. È presumibile infatti che la soluzione non soddisfi perfettamente i vincoli imposti. Si tratta di un aspetto che tuttavia, all'aumentare delle capacità computazionali dello strumento utilizzato può essere migliorato.

In ogni caso, l'impostazione a priori settata richiederà che vengano rispettati i seguenti parametri:

- Capitale iniziale disponibile: $C = € 5.000,00$;
- Costi fissi mensili: $fix = 0,01$;
- Costi variabili iniziali: $float = 1\%$;
- Soglia limite per la funzione di costo: $delta = 1,5\% * C$;
- Numero minimo di titoli selezionabili in portafoglio: $l = 6$;
- Numero massimo di titoli selezionabili in portafoglio: $u = 14$;
- Percentuale minima attribuibile a ciascun *asset* detenuto in portafoglio: $Kl = 5\%$;
- Percentuale massima attribuibile a ciascun *asset* detenuto in portafoglio: $Ku = 25\%$ ¹⁰⁶;
- Livello di significatività per l'*Expected Shortfall*: $\alpha = 95\%$;
- Numero di generazioni casuali: $num_p = 100.000$.

Il problema può esprimersi da un punto di vista analitico nel seguente modo:

$$\begin{aligned} \min_{x_1, \dots, x_N} [ES] + \frac{1}{\varepsilon} & \left[\left| \sum_{i=1}^N x_i - 1 \right| + |x'r - \pi| + \left| \sum_{i=1}^N z_i - 14 \right| \right. \\ & + \sum_{i=1}^N \max\{0, 6 - z_i\} + \sum_{i=1}^N \max\{0, z_i - 14\} + \sum_{i=1}^N \max\{0; 0.05 * z_i - x_i\} \\ & + \sum_{i=1}^N \max\{0; x_i - 0.25 * z_i\} + \sum_{i=1}^N |z_i(1 - z_i)| \\ & \left. + \sum_{i=1}^N \max\{0, (0.01 + 1/100 * C - 0.015)\} \right] \end{aligned}$$

L'annotazione è analoga a quella utilizzata nella (4.8). A questa struttura di base si aggiungono poi gli input specifici per ciascun profilo di rischio. Per quanto riguarda le prove relative al basso profilo di rischio sarà richiesto che gli ETF del mercato azionario non superino una quota del 3%, mentre quelli relativi al mercato monetario siano almeno pari al 10%. Inoltre, il livello di rendimento minimo sarà pari a 0.1% giornaliero, in questo modo l'algoritmo non ha bisogno di esporsi ad un maggior livello di rischio con quote più elevate nei settori più volatili.

¹⁰⁶ Kl e Ku sono stati appositamente inseriti in modo tale da non trovare corrispondenza con un portafoglio equipesato composto dal minimo/massimo numero di titoli.

Per i clienti che rientrano nel medio profilo di rischio si richiede invece che le quote principali siano quelle relative al mercato obbligazionario, per le quali la quota minima dev'essere del 10% per ciascun ETF; le quote del mercato azionario saranno invece portate ad un massimo del 5%. Verrà leggermente incrementato anche il livello minimo di rendimento richiesto, in questo caso pari allo 0.15% al giorno.

La terza tipologia di portafogli che verranno generati, riguardano il *cluster* che racchiude soggetti caratterizzati da un'elevata propensione al rischio. Per queste offerte il livello minimo per gli ETF azionari sarà pari al 10%, mentre per gli ETF del mercato monetario saranno portati al 4%. Infine, il livello di rendimento minimo sarà pari allo 0.2% giornaliero.

La scelta relativa al valore attribuito a ciascun parametro è arbitraria, ma comunque con una sua logica economico-finanziaria. Ogni *decision maker* è infatti libero di inserire il valore che meglio ritiene conforme alla tipologia di servizio che vuole offrire. La miglior combinazione deriva pertanto da un mix tra abilità ed esperienza nel settore. Non risultano esserci a tal riguardo testimonianze in letteratura che giustifichino o che dimostrino l'applicazione di parametri ottimali per questo genere di operazioni.

Diverso è invece il discorso legato a quanto previsto per il settaggio della PSO. In questo caso infatti, sono numerose le proposte che possono essere consultate per determinare il miglior settaggio dei parametri da utilizzare.

Nel Capitolo 4 si è presentato uno studio congiunto di tre ricercatori, Blackwell, Kennedy e Poli, il cui articolo ha mosso passi importanti a favore dell'utilizzo pratico di questa metaeuristica. Il principale contributo di carattere generale pone infatti delle linee guida su come implementare in modo efficace l'algoritmo risolutivo, indicando alcune regole che possono controllarne le dinamiche. Per quanto riguarda il parametro relativo al numero di particelle che definiscono la grandezza della popolazione, gli autori forniscono importanti consigli. A seconda della tipologia del problema di ottimizzazione che si sta affrontando, il suggerimento proposto è quello di considerare un range che va da un minimo di 20 particelle ad un massimo di 50. Solitamente tanto più è complesso il problema tanto maggiore è il numero di particelle richiesto poiché la soluzione a cui si giunge genera un risultato vicino a quello ottimale.

Altra importante testimonianza è relativa all'esperienza maturata nel settaggio dei coefficienti di accelerazione. Si evidenzia infatti, che i primi esperimenti condotti sull'utilizzo di questa tecnica venivano impostati con un valore degli stessi φ_1 e φ_2 pari a 2, il quale presenta il rischio di far aumentare vertiginosamente la velocità delle particelle. Per questo motivo è consigliabile inserire un tale "peso di inerzia", il cui valore dovrebbe essere decrescente all'aumentare del numero di iterazioni. In questo modo infatti è possibile mantenere una velocità elevata nella fase di *exploration* e più contenuta in quella di *exploitation*, determinando così una maggior efficacia nella ricerca dell'ottimo. In sintesi, è consigliabile quindi mantenere il peso di inerzia ω compreso tra 0,4 e 0,9.

Infine, per quanto riguarda il numero di iterazioni da utilizzare non viene suggerito alcun valore. Tuttavia, si presume che maggiore è il numero di cicli che le particelle subiscono, maggiore è la probabilità che la soluzione sia vicina a quella ottima.

Per affrontare il caso di ottimizzazione relativo al problema di *portfolio selection* si è ritenuto quindi opportuno scegliere i seguenti valori per i parametri:

- Numero di particelle: $N = 50$. Dal momento che l'inserimento di vincoli misti-interi e di cardinalità rendono la selezione di portafoglio un problema di tipo *NP-hard* e *NP-complete*, è necessario l'inserimento di un elevato numero di particelle. Per questo motivo ci si è attenuti a quanto riportato in Blackwell et al. (Blackwell et al., 2007) e si è impostato il maggior valore del range consigliato;
- Numero di iterazioni: $K = 1000$. In assenza di indicazioni più precise all'interno del suddetto articolo, si è preferito replicare quanto proposto in Parsopoulos e Vrahatis (Parsopoulos e Vrahatis, 2002). Impostare un numero di iterazioni sufficientemente elevato in modo tale da garantire una buona ricerca da parte delle particelle e che non faccia crescere di molto la forbice del *trade-off* "tempo/efficienza";
- Coefficiente di accelerazione cognitivo individuale: $c_1 = 1.49618$;
- Coefficiente di accelerazione cognitivo collettivo: $c_2 = 1.49618$;
- Peso di inerzia: $\omega = 0.7298$;
- Parametro di penalità: $\varepsilon = 1e - 4$;
- Numero di cicli: $rip = 3$. Quest'ultimo valore è relativo al numero di prove che vengono eseguite per ciascun portafoglio.

Nel paragrafo seguente sarà pertanto presentato quanto ottenuto attraverso l'implementazione di quanto illustrato sopra.

5.3 PRIMO SCENARIO: INVESTITORE CON BASSO PROFILO DI RISCHIO

Il primo scenario che ci si appresta ad analizzare riguarda la proposta di *asset allocation* che la piattaforma di Robo-Advisory offre ad un cliente che risulta nella categoria “basso profilo di rischio”. Questa categoria di investitori riguarda soggetti che per una serie di motivazioni sono considerati prudenti. Possono rientrarvi clienti molto diversi tra loro in termini di età anagrafica, di dotazione patrimoniale e di obiettivi, ma che sotto l’aspetto di capacità o volontà di sopportare i rischi legati alla volatilità dei mercati risultano molto simili. Si possono infatti trovare sia lavoratori prossimi alla pensione o già pensionati ed allo stesso tempo giovani lavoratori o studenti, che richiedono una gestione del risparmio volta all’accumulo di risorse per l’integrazione del reddito mensile in età pensionabile o per futuri investimenti di lungo termine.

Per far sì che le caratteristiche del portafoglio e quelle degli investitori combacino si dovranno preferire strumenti a volatilità ridotta e che garantiscano un certo livello di remunerazione seppur di basso importo. A tal riguardo, con riferimento agli ETF del mercato monetario è richiesto che sia investita una quota minima del 10% ciascuno.

Ad ogni modo, per garantire un sufficiente livello di diversificazione, verranno investite quote inferiori anche in ETF del settore delle materie prime, dei metalli preziosi e del mercato immobiliare. Per quanto riguarda gli ETF azionari saranno prese in considerazione solamente soluzioni che non richiedano quote più elevate del 9% complessivo, al fine di mantenere controllata la volatilità del portafoglio.

A fronte di tali considerazioni è auspicabile immaginarsi che la proposta di *asset allocation* che verrà presentata sarà caratterizzata da un basso rendimento in quanto maggior rilevanza viene assunta dalla misura di rischio. Sotto questo punto di vista, infatti, verrà posto il confronto tra la proposta in ambiente stabile, e quella che rispetta l’ipotesi di Normalità distributiva dei rendimenti. Il risultato che ci si attende riguarda un livello di *Expected Shortfall* più consistente per quanto riguarda la prima proposta.

Il processo si è svolto in tre fasi differenti in quanto, dal momento che la soluzione è stata ottenuta tramite un algoritmo approssimativo, si è voluto valutare anche quanto variano tra loro le possibili combinazioni di portafoglio. In altre parole, nonostante gli input del sistema siano identici nelle tre prove, il processo metaeuristico genera output che tra loro possono variare, e pertanto verrà selezionata la proposta caratterizzata dal minor valore di fitness. È inoltre doveroso precisare che, come più volte rimarcato, alcuni dei vincoli imposti possono non essere rispettati appieno.

5.3.1 Basso profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili.

I risultati che seguono sono relativi alle quote di composizione del portafoglio ed alle conseguenti caratteristiche che quest'ultimo presenta nel caso di ipotesi di distribuzione dei rendimenti stabili. Nella prima tabella l'attenzione sarà incentrata alla verifica dei vincoli riguardanti le soglie minime e massime per la composizione ottima. Nel secondo insieme di risultati maggior interesse è dedicato alle performance del portafoglio e dell'algoritmo stesso.

Tabella 5.1: *Composizione di portafoglio per clienti a basso profilo di rischio, ipotesi di stabilità.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	9.10%	12.37%	9.45%
Lyxor euro Mercato Monetario	11.71%	13.46%	9.22%
UBS Composite Commodities	6.87%	7.38%	6.16%
Lyxor Commodities	12.96%	9.73%	5.62%
European Property Real Estate	7.15%	3.19%	6.62%
FTSE Real Estate	7.87%	8.62%	8.25%
Gold	8.55%	7.50%	8.54%
Silver	6.69%	6.06%	8.11%
European High Yield Corporate Bond	8.27%	6.80%	7.71%
European Corporate Bond	6.68%	8.28%	7.00%
European Government Bond	5.32%	8.85%	7.51%
MSCI Europe	4.09%	1.39%	4.99%
Europe 600 Stocks	3.94%	2.71%	5.49%
Europe 50 Stocks	0.80%	3.64%	5.32%

La tabella sopra presenta la composizione del portafoglio finanziario in tre diverse prove che sono state eseguite. Si dimostra come il processo di risoluzione metaeuristico non segue un'unica direzione presentando pertanto tre differenti strutture di portafoglio. I risultati conseguiti, come anticipato, non sempre rispettano perfettamente i vincoli, ma tuttavia si noti come lo facciano nella maggior parte dei casi. Dai valori riportati in tabella si possono verificare solamente i vincoli relativi al numero minimo/massimo di titoli inseriti in portafoglio, nonché alle soglie di minimo/massimo impostate per le singole quote. È immediato notare che le violazioni sono relative ai soli vincoli sulla quota minima e massima, le quali sono evidenziate in rosso.

Il portafoglio relativo alla terza prova è quello le cui quote sfiorano maggiormente le soglie richieste. In questo caso, particolarmente significativi sono gli errori relativi alle percentuali degli ETF azionari, i quali violano la soglia del vincolo impostato al 3% per tutti e tre gli ETF. Pertanto, in un contesto di Robo-Advisor ibrido l'intervento del consulente umano può risultare determinante per la correzione di questi aspetti. Per questo motivo, ai fini di questo elaborato non saranno presi in considerazione ulteriori miglioramenti alla composizione di portafoglio, in quanto piccole violazioni dei vincoli sono ritenute poco significative.

Le violazioni riguardanti le soglie minime e massime sono minori nel portafoglio ottenuto con la seconda prova, anche se, tuttavia, la quota relativa ad un ETF immobiliare scende al di sotto della quota minima fissata al 5% mentre l'eccesso di 0,64% del titolo *Europe 50 stocks* risulta poco significativo.

Il livello di diversificazione è particolarmente soddisfacente, in quanto non vi sono singoli ETF che superano la quota massima fissata al 25%. Come richiesto, la principale voce di investimento si concentra attorno agli ETF del mercato monetario mentre quella minormente coinvolta riguarda quella del mercato azionario.

La successiva tabella contiene le informazioni relative alle performance in ottica di rischio-rendimento nonché relative alle violazioni dei vincoli che sono stati imposti.

Tabella 5.2: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento a basso profilo di rischio, ipotesi di stabilità.

Risultati Basso Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	-0.0314%	-0.0126%	-0.0095%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	0.1924%	0.1580%	0.1562%
Expected Shortfall In Sample	-1.0952%	-1.1635%	-1.2677%
Expected Shortfall Out Of Sample	-1.2711%	-1.3902%	-1.5551%
Minimo valore di fitness	34.0098	33.3065	33.8094
Violazione vincolo di budget	0.0005	0.0009	0.0107
Violazione vincolo di rendimento	0.0034	0.0034	0.0033
Violazione vincolo di short sales	0	0.0007	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0	0	0
Violazione vincolo sulla quota massima	0	0	0
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

In questa prospettiva ciò che diviene interessante osservare riguarda i risultati relativi alla stima del cosiddetto “futuro virtuale” o “*out of sample*” (OOS), relativi ai tre mesi successivi al 31/12/2019. Secondo il criterio di dominanza è possibile osservare come il portafoglio relativo alla seconda prova sia dominante nei confronti del terzo. Si noti infatti che confrontando il valore di rendimento, nel secondo caso esso eccede, seppur di poco, quello della terza prova e contestualmente il valore dell’*Expected Shortfall* risulta essere inferiore. Nonostante ciò, in fase di valutazione della proposta da avanzare al cliente, l’interesse del consulente deve focalizzarsi sullo scenario che mostra il minor valore di fitness. Questa funzione svolge infatti il compito di individuare la miglior soluzione al problema di ottimizzazione. Essendo la selezione di portafoglio un problema di minimizzazione, in questo caso più è basso tale valore, migliore è la soluzione. Pertanto, la piattaforma di Robo-Advisory sarà indirizzata ad offrire all’investitore il portafoglio relativo alla seconda prova, la quale batte in questi termini entrambe le proposte.

La composizione di questo portafoglio è soggetta ad alcune violazioni ai vincoli che sono stati imposti. Questo si nota dai valori positivi riportati all'interno della Tabella 2, i quali sono più numerosi rispetto al primo ed al secondo caso. Tuttavia, trattandosi di differenze estremamente piccole risultano essere poco significative, a conferma di quanto ricordato relativamente al possibile intervento di un consulente in fase di sistemazione dell'output di portafoglio prodotto. In termini di capitale, un potenziale investitore interessato ad investire un'ipotetica somma pari a € 5.000,00 incorre il rischio di subire perdite mediamente pari a € 69,5089 al giorno le quali si manifestano nel 5% dei casi peggiori. Si tratta tuttavia di un dato estremamente sensibile anche all'orizzonte di investimento, il quale può modificarsi qualora il periodo campionario utilizzato risulti differente. Ad ogni modo, risulta essere un'informazione da ritenersi ampiamente sufficiente in ottica di valutazione delle scelte di investimento, considerando anche il fatto che periodicamente sono previste revisioni ed eventuali modifiche alla struttura del portafoglio.

5.3.2 Basso profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali.

Una volta analizzate le soluzioni di portafoglio generate sotto l'ipotesi di stabilità, è necessario sviluppare lo stesso processo considerando però distribuzioni dei rendimenti che seguono l'ipotesi di Normalità. Il settaggio sarà pertanto identico a quello proposto per il precedente caso, e verranno presi in considerazione gli stessi elementi oggetto di analisi. Il tutto è presentato nelle tabelle che seguono.

Tabella 5.3: *Composizione di portafoglio per clienti a basso profilo di rischio, ipotesi di Normalità.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	12.72%	12.37%	10.43%
Lyxor euro Mercato Monetario	10.05%	10.53%	20.06%
UBS Composite Commodities	6.55%	6.08%	6.67%
Lyxor Commodities	5.64%	9.54%	6.22%
European Property Real Estate	5.14%	8.00%	13.37%
FTSE Real Estate	19.22%	5.01%	6.41%
Gold	5.90%	5.01%	5.38%
Silver	5.37%	5.06%	5.45%
European High Yield Corporate Bond	5.46%	14.31%	5.20%
European Corporate Bond	5.36%	6.64%	5.17%
European Government Bond	6.79%	5.03%	5.39%
MSCI Europe	3.21%	4.08%	3.12%
Europe 600 Stocks	3.73%	4.71%	3.02%
Europe 50 Stocks	4.85%	3.64%	4.12%

Anche in questo caso in rosso vengono evidenziate le quote che non rispettano il vincolo imposto. È immediato notare come le quote relative al settore azionario siano in tutte le prove eccedenti il limite imposto. Nella maggior parte dei casi si tratta tuttavia di una quantità non particolarmente significativa. Pertanto, l'eventuale presenza di un consulente umano è utile per rimediare a questo genere di errori.

Per quanto riguarda il resto delle quote tutte rispettano i limiti impostati. Da notare sono due casi di particolare concentrazione che sotto l'ipotesi di distribuzioni stabili non si è mai verificato. Nella prima e nella terza prova, infatti, rispettivamente l'ETF relativo al mercato immobiliare "FTSE Real Estate" e quello relativo al mercato monetario "Lyxor Euro Mercato Monetario", prevedono una quota d'investimento pari a circa il 20%. Nonostante ciò, il limite imposto del 25% per ogni singolo strumento viene rispettato e si ritiene quindi accettabile per la composizione di questa proposta.

Il passo successivo riguarda l'analisi delle performance del portafoglio, le quali sono riassunte nella seguente tabella.

Tabella 5.4: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento a basso profilo di rischio, ipotesi di Normalità.

Risultati Basso Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	0.0072%	0.0023%	0.0043%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	0.0455%	0.0298%	0.0361%
Expected Shortfall In Sample	-0.8245%	-0.7119%	-0.7465%
Expected Shortfall Out Of Sample	-0.4551%	-0.3732%	-0.3935%
Minimo valore di fitness	601.2271	600.0542	600.0379
Violazione vincolo di budget	0.0004	0.0001	0
Violazione vincolo di rendimento	0	0	0
Violazione vincolo di short sales	0	0.0007	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0.0320	0.0257	0.0474
Violazione vincolo sulla quota massima	0.0280	0.0343	0.0126
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

Prima di eseguire il confronto tra i risultati riportati nelle Tabelle 2 e 4, è opportuno verificare quanto ottenuto sotto le ipotesi di Normalità. In questo caso non è possibile verificare la presenza di soluzioni dominanti. Sono tuttavia più significative le violazioni ai vincoli relativi alle quote minime e massime relative a singoli titoli. Per quanto riguarda invece la violazione del vincolo di rendimento è meno consistente rispetto al caso stabile. In definitiva l'offerta ricade nel terzo portafoglio, il quale a differenza delle altre prove presenta il più basso valore della funzione di fitness.

Passando al confronto tra le soluzioni generate tra le diverse proposte, se si prende lo stesso investitore considerato in precedenza, in questo caso la perdita media nel 5% dei peggiori esiti possibili risulterebbe essere pari a € 19,6750 al giorno, contro i € 69,5089 visti sotto ipotesi di stabilità. È immediato notare che la differenza tra le due potenziali perdite è particolarmente elevata. Per investimenti orientati ad un profitto positivo, impiegare denaro su una proposta che nel 5% degli esiti peggiori mostra una perdita 3,5 volte superiore rispetto ad un'altra sembra essere controproducente. Il compito più complesso per un consulente (sia umano che robot) è infatti quello di far comprendere al cliente che il modello utilizzato prende in considerazione una probabilità più elevata riguardo la manifestazione di rischi (anche) sistemici. Ciò non si traduce in un portafoglio con performance peggiori ma semplicemente applica un approccio più prudente. Il punto di forza di queste proposte risiede infatti nella totale tutela dell'investitore, il quale avrà a disposizione un portafoglio in grado di sopportare periodi di elevata volatilità.

5.4 SECONDO SCENARIO: INVESTITORE CON MEDIO PROFILO DI RISCHIO

La seconda categoria di investitori che viene analizzata riguarda i soggetti che rientrano nella classe di medio profilo di rischio. All'interno di questo insieme confluisce un'eterogeneità di individui che si differenziano sia in termini anagrafici, sia a seconda del livello di conoscenza ed esperienza nel settore. È infatti il gruppo caratterizzato dal più variegato numero di esigenze e pertanto il più difficile da soddisfare in ottica di consulenza automatizzata. Per questo motivo solitamente le piattaforme di Robo-Advisory non si limitano alla costituzione di soli tre portafogli cliente, ma cercano di raggiungere anche aspetti più sfumati dei bisogni e degli obiettivi degli investitori attraverso una più vasta gamma. In questa sede, tuttavia, ci si limita a proporre una serie di portafogli differenziati per cogliere le differenze in termini di rischio tra i diversi profili, ma soprattutto per osservare come esso si modifichi al variare delle ipotesi strutturali alla base del modello di *asset allocation*.

Il medio profilo di rischio viene quindi implementato attraverso una soluzione che ricerchi un positivo livello di rendimento, ma allo stesso tempo che protegga l'investitore dalla volatilità del mercato. A differenza della proposta vista in precedenza, infatti, viene aumentata leggermente l'esposizione nel mercato azionario, al fine di intercettare possibili scostamenti positivi degli asset, senza tuttavia alterare significativamente il rischio. A tal fine, le singole quote degli ETF azionari vengono portate ad una soglia massima pari al 5%. La principale fonte di rendimento in questo caso deriva dal pagamento delle cedole che vengono grazie alla replica degli ETF obbligazionari, le cui quote non devono scendere al di sotto del 10%. Per quanto riguarda la composizione del resto del portafoglio, gli input dovranno seguire la generale struttura indicata in precedenza.

5.4.1 Medio profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili.

In primo luogo, l'analisi verrà incentrata anche in questo caso sulla valutazione della composizione di portafoglio ottenuta tramite l'applicazione del modello media-ES sotto ipotesi di distribuzione di rendimento stabili. Ciò che ci si aspetta e che verrà valutato in seguito è che anche in questo caso i valori relativi all'ES risultino più consistenti sotto questa ipotesi piuttosto che secondo lo scenario di distribuzioni Normali.

Nella tabella seguente sono indicate le quote che descrivono le tre diverse proposte di portafoglio per un investitore caratterizzato da medio profilo di rischio.

Tabella 5.5: *Composizione di portafoglio per clienti a medio profilo di rischio, ipotesi di stabilità.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	8.93%	4.00%	8.51%
Lyxor euro Mercato Monetario	8.02%	6.67%	6.49%
UBS Composite Commodities	7.45%	7.53%	2.54%
Lyxor Commodities	8.18%	9.72%	10.08%
European Property Real Estate	4.64%	5.28%	3.59%
FTSE Real Estate	6.66%	7.03%	4.00%
Gold	8.86%	9.85%	17.71%
Silver	6.58%	7.85%	7.55%
European High Yield Corporate Bond	11.42%	12.62%	10.39%
European Corporate Bond	7.59%	10.16%	10.76%
European Government Bond	10.33%	10.29%	10.19%
MSCI Europe	1.41%	3.40%	2.99%
Europe 600 Stocks	6.21%	2.59%	4.90%
Europe 50 Stocks	3.71%	3.00%	0.30%

Si noti che rispetto alla composizione dei portafogli ottenuti per lo scenario di basso profilo di rischio, i vincoli sono rispettati nella maggior parte dei casi. Inoltre, gli errori sono causati il più delle volte da violazioni per difetto piuttosto che per eccesso, il che può essere comunque accettabile qualora il livello di diversificazione sia ritenuto sufficiente e non siano presenti concentrazioni eccessive in singoli *asset*.

La prima prova è quella caratterizzata dal maggior numero di violazioni: quelle più significative riguardano le quote relative a *European Corporate Bond* ed a *Europe 600 Stocks*. Questi ETF rientrano infatti nelle due categorie per cui si sono richieste particolari soglie. La quota di *European Corporate Bond* viola per difetto il limite posto al 10%, mentre la quota relativa all'*asset* Europe 600 Stocks eccede la soglia del 5%, andando a recuperare ipoteticamente le performance dell'ETF obbligazionario ma causando una più elevata esposizione alla volatilità del mercato azionario.

La seconda e la terza proposta hanno invece delle composizioni migliori in termini di rispetto dei vincoli. In questi casi infatti il superamento delle soglie avviene solamente in difetto ed è relativo ad *asset* secondari nel perseguimento degli obiettivi di questa strategia di investimento.

Tuttavia, nella seguente tabella verranno mostrati i risultati a livello di portafoglio.

Tabella 5.6: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento a medio profilo di rischio, ipotesi di stabilità.

Risultati Medio Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	-0.0344%	-0.0411%	-0.0313%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	0.1553%	0.1834%	0.1621%
Expected Shortfall In Sample	-1.2804%	-1.0643%	-1.3882%
Expected Shortfall Out Of Sample	-1.3013%	-1.2929%	-1.5047%
Valore minimo di fitness	33.4985	33.8629	34.5576
Violazione vincolo di budget	0.0053	0.0051	0.0053
Violazione vincolo di rendimento	0	0.0034	0
Violazione vincolo di short sales	0	0	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0	0	0
Violazione vincolo sulla quota massima	0	0	0
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

Analogamente a quanto affermato per il primo scenario relativo alla proposta per investitori caratterizzati da un basso profilo di rischio, la ricerca della miglior proposta risiede anche in questo caso nel valore di fitness. La valutazione del robot si incentra nell'analizzare quale tra le diverse prove presenta la fitness più bassa e pertanto in questo contesto sarà riversato nel portafoglio della prima prova.

In generale, le soluzioni ottenute non presentano molte violazioni ai vincoli impostati. I casi più significativi sono relativi al vincolo di budget, il quale indica che il 53/10.000 del capitale della prima e della terza prova ed il 51/10.000 del capitale della seconda prova non sarà investito. Si tratta ad ogni modo di un importo non significativo.

Le diverse proposte sono caratterizzate da risultati molto eterogenei in termini di rendimento ed ES in ottica prospettica. Nell'out of sample si manifesta una netta evidenza di dominanza stocastica del portafoglio 2 rispetto ad entrambe le altre proposte. In questo caso infatti, la struttura del portafoglio produce un rendimento superiore e contemporaneamente un valore di ES inferiore rispetto ad entrambe le altre prove. Tuttavia, non risulta essere la miglior soluzione in termini di fitness e, non essendo i risultati noti al momento della selezione, si preferisce la soluzione della prima prova. Si noti ad ogni modo che, il differenziale tra i valori minimi di fitness tra la seconda prova e la prima (la quale presenta il valore più basso tra le prove) è limitato a qualche cifra decimale.

Un investitore che destina a questo portafoglio la somma considerata pari a € 5.000,00 si attende di sostenere un rischio che nel 5% degli esiti peggiori si manifesta in perdite mediamente pari a € 64,6443 al giorno.

5.4.2 Medio profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali.

Quanto eseguito in ambiente stabile viene ripetuto nuovamente assumendo come ipotesi di fondo distribuzioni dei rendimenti Normali. I risultati vengono anche in questo caso presentati tramite due tabelle, la prima rappresentante le quote di composizione dei portafogli che sono stati generati e la seconda che riguarda invece i risultati in termini di rendimento, ES e violazione dei vincoli. Come avvenuto nel caso di basso profilo di rischio, ci si attende che la misura di rischio utilizzata produca risultati più elevati nel caso di distribuzioni Normali, andando a determinare previsioni di perdita inferiori.

La tabella seguente è una rappresentazione delle tre composizioni di portafoglio che si sono generate dall'applicazione del metodo risolutivo metaeuristico in tre diverse prove.

Tabella 5.7: *Composizione di portafoglio per clienti a medio profilo di rischio, ipotesi di Normalità.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi Mercato Monetario	5.62%	5.67%	5.33%
Lyxor euro Mercato Monetario	5.17%	6.76%	5.45%
UBS Composite Commodities	14.22%	5.04%	5.51%
Lyxor Commodities	5.07%	13.91%	7.16%
European Property Real Estate	5.01%	5.09%	12.64%
FTSE Real Estate	5.17%	5.38%	5.57%
Gold	5.07%	7.46%	6.12%
Silver	5.18%	5.21%	5.58%
European High Yield Corporate Bond	11.05%	10.21%	11.07%
European Corporate Bond	12.03%	10.21%	10.15%
European Government Bond	11.40%	10.06%	10.43%
MSCI Europe	5.00%	5.00%	5.00%
Europe 600 Stocks	5.00%	5.00%	5.00%
Europe 50 Stocks	5.00%	5.00%	5.00%

Come si nota dalla Tabella 7, le soglie impostate sono rispettate per tutti gli ETF e in tutte le prove. Si noti il fatto che le quote relative agli strumenti del mercato azionario coincidano perfettamente con il limite imposto.

Per quanto riguarda il settore relativo al mercato obbligazionario, anche in questo caso le quote rispettano sempre la soglia minima posta pari al 10%.

Anche i restanti ETF, ai quali si sono applicati i vincoli generali, rispettano quanto richiesto. Non si segnalano poi particolari situazioni di concentrazione in singoli strumenti, pertanto anche il livello di diversificazione può ritenersi sufficiente.

I risultati relativi alle performance ed alla funzione di fitness sono riportati nella tabella che segue.

Tabella 5.8: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento a medio profilo di rischio, ipotesi di Normalità.

Risultati Medio Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	0.0013%	0.0019%	0.0053%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	0.0308%	0.0296%	0.0373%
Expected Shortfall In Sample	-0.7179%	-0.7560%	-0.8205%
Expected Shortfall Out Of Sample	-0.4331%	-0.3977%	-0.4348%
Valore minimo di fitness	0.4758	0.1422	0.0155
Violazione vincolo di budget	0	0.0001	0
Violazione vincolo di rendimento	0	0	0
Violazione vincolo di short sales	0	0	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0	0	0
Violazione vincolo sulla quota massima	0	0	0
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

Analizzando i dati generati dal programma si può notare tuttavia che in nessun caso sia presente un portafoglio migliore agli altri secondo il criterio di dominanza stocastica, né nel periodo in sample, né guardando al futuro virtuale. L'unica violazione che si manifesta riguarda il vincolo di budget. Si tratta ad ogni modo di un dato poco significativo in quanto solamente l'1/10.000 del capitale relativo alla seconda prova non viene investito.

La valutazione si concentra esclusivamente con la ricerca del portafoglio che presenta il minor valore in termini di fitness, individuando quindi la terza proposta. Analizzando i valori associati alle violazioni dei vincoli si evince infatti come sia la proposta con il più basso numero di soglie non rispettate, a conferma della minor fitness.

Confrontando quindi i due portafogli migliori ottenuti dall'applicazione in ambiente stabile e quella in ambiente Normale, si possono notare ampie differenze. Anche in questo caso il valore associato alla misura di rischio presenta importanti differenze. Pertanto, se si dovesse considerare un importo pari a € 5.000,00 per un investitore caratterizzato da un medio profilo di rischio, ci si aspetta che la perdita media nel 5% dei peggiori esiti possibili sia pari a € 65,0650 al giorno se si utilizza la statistica Pareto-stabile, e pari solamente a € 21,7400 nel caso in cui la proposta sia effettuata sulle basi della statistica Normale.

Anche in questo caso, quindi, la forbice tra le due proposte è particolarmente importante e rischia di trarre in inganno un investitore convinto di assumersi un livello di rischio significativamente inferiore.

5.5 TERZO SCENARIO: INVESTITORE CON ALTO PROFILO DI RISCHIO

Nell'eventualità che un cliente risulti caratterizzato da un profilo ad alto rischio significa che le sue conoscenze della materia finanziaria e le sue capacità patrimoniali sono sufficienti a comprendere e sopportare la volatilità del mercato di riferimento, il quale può comportare anche perdite di somme importanti. Solitamente questi soggetti hanno obiettivi di investimento che mirano alla ricerca di un elevato margine di profitto tramite queste operazioni. Diventa quindi indispensabile la comprensione da parte di questi soggetti che le asimmetrie positive derivanti dal mercato che possono tradursi in ingenti guadagni, contestualmente possono indurre perdite di importo elevato.

I portafogli che verranno proposti saranno quindi volti all'introduzione di strumenti strutturalmente più rischiosi, pertanto la concentrazione nel settore azionario sarà più elevata rispetto ai casi precedenti. Al contrario, le quote relative agli ETF del mercato monetario saranno tenute basse, con soglie che non dovranno superare il 4%.

Ciò che ci si attende dai risultati è che il valore di *Expected Shortfall* sia superiore, in senso assoluto rispetto ai casi di profilo a basso e medio rischio, in quanto al pari di una rischiosità maggiore è più probabile subire perdite più ingenti.

5.5.1 Alto profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili.

Nell'ultimo dei profili di rischio simulati, l'analisi viene replicata come nei casi presentati in precedenza partendo con la verifica delle composizioni di portafoglio ottenute quando a fondamento del modello vengono poste ipotesi di distribuzione dei rendimenti stabili. Questo è quanto viene riassunto nella tabella che segue.

Tabella 5.9: *Composizione di portafoglio per clienti ad alto profilo di rischio, ipotesi di stabilità.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	3.52%	0.44%	0.00%
Lyxor euro Mercato Monetario	2.80%	2.52%	1.39%
UBS Composite Commodities	8.54%	5.44%	6.76%
Lyxor Commodities	8.83%	5.01%	7.17%
European Property Real Estate	6.51%	2.42%	6.77%
FTSE Real Estate	5.73%	6.47%	9.59%
Gold	3.34%	6.25%	9.00%
Silver	4.76%	6.26%	5.14%
European High Yield Corporate Bond	6.25%	6.98%	8.19%
European Corporate Bond	7.98%	8.48%	7.08%
European Government Bond	8.41%	9.70%	5.53%
MSCI Europe	11.84%	12.20%	13.40%
Europe 600 Stocks	10.58%	17.29%	10.50%
Europe 50 Stocks	10.91%	10.54%	9.48%

Come si può notare dai risultati nella Tabella 9 i vincoli in questo caso sono rispettati nella maggior parte dei casi, un'ulteriore conferma della bontà delle metaeuristiche. Per quanto riguarda i vincoli più importanti, relativamente alla concentrazione dei titoli azionari e del mercato monetario, la violazione accade solamente in un caso sui quindici prodotti. La soglia minima per gli altri ETF viene invece non rispettata in tre casi, seppur relativa a settori di minor interesse ai fini di questo scenario.

Anche in questo caso, quindi, i risultati ottenuti sono soddisfacenti sia in termini di diversificazione che di corretta ripartizione secondo i vincoli, seppur considerando che l'intervento di un consulente umano possa migliorarne i risultati con il perfezionamento di alcune quote.

A questo punto è necessario verificare i valori assunti dal portafoglio in termini di rendimento, ES e di fitness, al fine di valutare quale portafoglio selezionare. Questi sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 5.10: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento ad alto profilo di rischio, ipotesi di stabilità.

Risultati Alto Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	-0.0231%	-0.0485%	-0.0402%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	0.2089%	0.2005%	0.1903%
Expected Shortfall In Sample	-0.9653%	-1.0967%	-1.2252%
Expected Shortfall Out Of Sample	-1.1920%	-1.3116%	-1.4268%
Minimo valore di fitness	34.3539	33.8708	33.4984
Violazione vincolo di budget	0.0023	0.0059	0.0021
Violazione vincolo di rendimento	0.0034	0.0034	0
Violazione vincolo di short sales	0	0	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	13
Violazione vincolo sulla quota minima	0	0	0
Violazione vincolo sulla quota massima	0	0	0
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

Anche in questo caso si ritiene opportuno analizzare con maggiore interesse i risultati relativi al futuro virtuale. Si noti come i rendimenti siano mediamente maggiori rispetto ai casi di basso e medio profilo di rischio. Anche in questo caso è possibile individuare un portafoglio dominante rispetto alle altre prove. La seconda proposta, infatti, presenta un rendimento superiore e simultaneamente un valore per l'ES inferiore rispetto agli altri due casi. Tuttavia, il giudizio del Robo-Advisor sarà portato alla selezione del terzo portafoglio in quanto presenta un valore di fitness inferiore rispetto alle altre proposte. Si noti come esso sia anche il portafoglio che presenta l'ES maggiore, il che significa che l'area sottostante alle code è maggiore per la distribuzione relativa a questa composizione di portafoglio.

Nel caso in cui un investitore investa un capitale pari a € 5.000,00 in questa proposta, equivale ad assumere che sostenga il rischio di incorrere in una perdita che nel 5% dei peggiori esiti risulti essere pari a € 71,3378 al giorno.

5.5.2 Alto profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali.

Il secondo passo dell'analisi è quello di replicare il processo di *asset allocation* prendendo come base del modello l'ipotesi di distribuzioni di rendimento Normale. Anche in questo caso le composizioni di portafoglio ottenute nelle tre diverse prove ed i relativi risultati a livello di performance sono riportati nelle tabelle che seguono.

Tabella 5.11: *Composizione di portafoglio per clienti ad alto profilo di rischio, ipotesi di Normalità.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	4.71%	4.97%	4.02%
Lyxor euro Mercato Monetario	4.01%	4.09%	4.09%
UBS Composite Commodities	5.07%	5.17%	11.59%
Lyxor Commodities	6.02%	5.77%	5.00%
European Property Real Estate	5.18%	5.26%	6.71%
FTSE Real Estate	5.79%	5.08%	7.74%
Gold	5.84%	12.18%	8.42%
Silver	6.93%	5.79%	5.02%
European High Yield Corporate Bond	6.23%	7.12%	5.08%
European Corporate Bond	9.42%	8.71%	5.06%
European Government Bond	7.37%	5.42%	5.00%
MSCI Europe	10.85%	10.12%	10.08%
Europe 600 Stocks	12.36%	10.02%	10.29%
Europe 50 Stocks	10.24%	10.30%	11.89%

È immediato notare come le quote riportate in rosso, corrispondenti alla violazione di un qualche vincolo, si manifestano solamente per gli ETF relativi al mercato monetario. In tutte le prove si riscontra un leggero eccesso nella quota di investimento in questo settore, seppur la violazione non supera in nessun caso l'1%. Si può pertanto ritenere che si tratti di eccessi poco significativi e trascurabili ai fini di questa analisi.

Soddisfacenti sono invece i risultati relativi agli investimenti nel mercato azionario, in quanto la soglia del 10% impostata come limite inferiore non viene mai violata. Discorso analogo può essere promosso per tutti gli altri strumenti che compongono il portafoglio i quali rispettano i limiti sia superiori che inferiori, garantendo un buon livello di diversificazione delle proposte e nessun caso di particolare concentrazione.

Nella tabella seguente vengono riportati i valori relativi ai risultati in termini di performance e delle violazioni dei vincoli.

Tabella 5.12: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento ad alto profilo di rischio, ipotesi di Normalità.

Risultati Alto Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	0.0078%	0.0058%	0.0064%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	0.0401%	0.0400%	0.0442%
Expected Shortfall In Sample	-1.0404%	-0.9630%	-1.0045%
Expected Shortfall Out Of Sample	-0.5802%	-0.5328%	-0.6213%
Minimo valore di fitness	200.0141	200.0807	200.0685
Violazione vincolo di budget	0.0023	0.0059	0
Violazione vincolo di rendimento	0	0	0
Violazione vincolo di short sales	0	0	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0.0128	0.0094	0.0188
Violazione vincolo sulla quota massima	0.0072	0.0106	0.0012
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

Le proposte di investimento presentano tutte dei risultati in termini di rendimento e di rischio molto simili tra loro. Non è possibile tuttavia evidenziare situazioni di dominanza stocastica e, come nei casi precedentemente analizzati per le proposte con ipotesi di rendimenti Normali, la valutazione finale si baserà interamente sul portafoglio caratterizzato dal minor valore assunto dalla funzione di fitness.

Anche sotto questo punto di vista i valori delle tre prove sono molto vicini tra loro; quello minore in assoluto risulta essere quello corrispondente alla prima proposta di investimento. Pertanto, ci si attende che il Robo-Advisor orienti l'offerta verso la prima composizione.

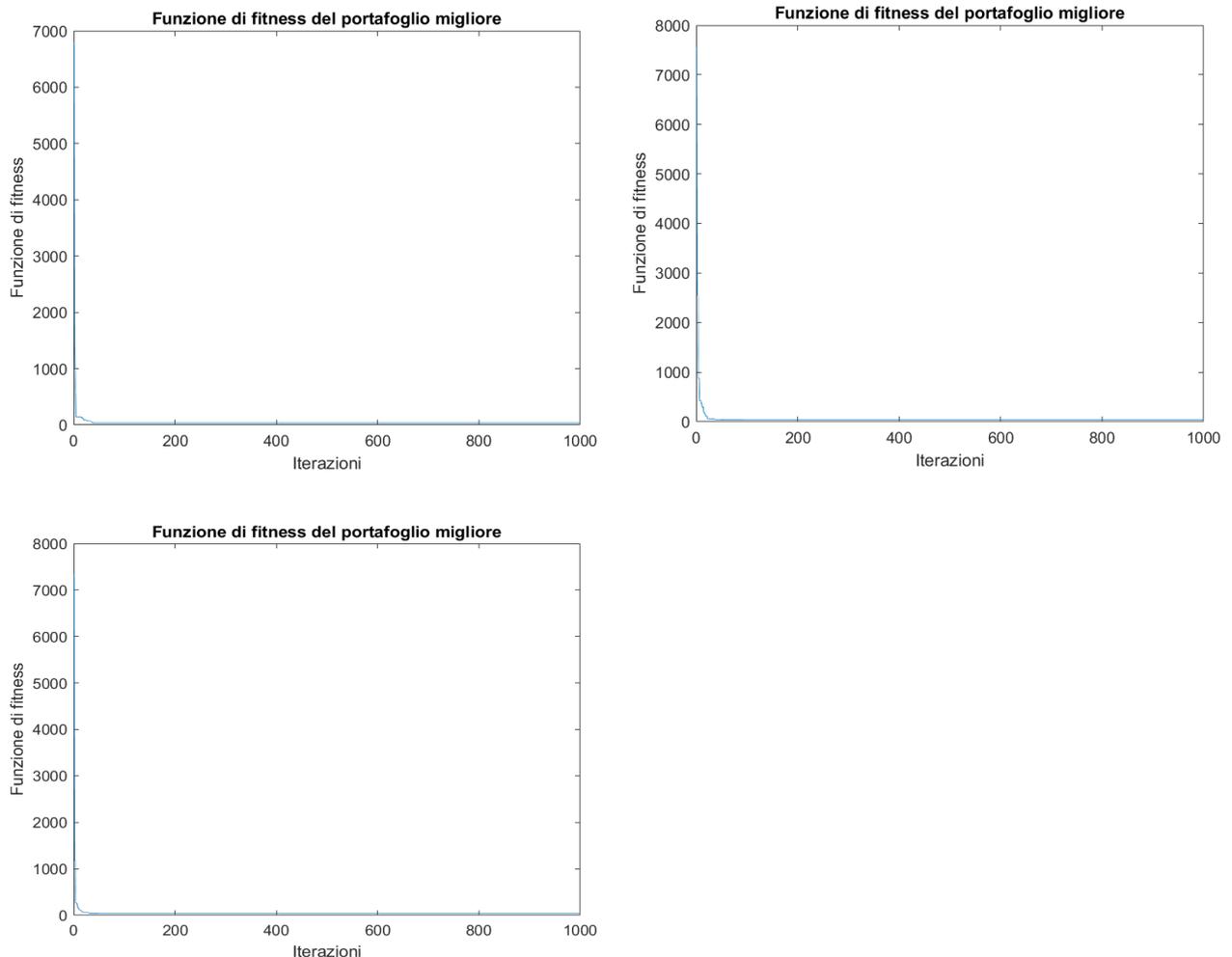
Infine, il confronto tra il due metodi si sostanzia sull'osservazione dei valori relativi all'ES attesa. In questo caso l'ipotetico investitore che decide di investire una somma di € 5.000,00 è caratterizzato da un alto profilo di rischio. Per questo motivo deve essere consapevole che destinare i propri risparmi a questa proposta di gestione equivale ad assumersi il rischio di incorrere in perdite che nel 5% degli esiti peggiori risultano essere pari a € 71,3378 al giorno se si fa fede all'*asset allocation* generata sotto ipotesi di stabilità dei rendimenti, o altrimenti pari a € 29,0100 al giorno. Come previsto, anche in questo caso la differenza tra le proposte è molto elevata e testimonianza che l'utilizzo della distribuzione di Gauss si traduce in una sottostima del rischio.

APPENDICE 5.1

All'interno del presente Appendice vengono riprodotti gli *output* generati dal codice implementato per sviluppare le proposte di *asset allocation* in ambiente stabile e Normale per il servizio di Robo-Advisory. In prima istanza verranno mostrati i grafici relativi alla funzione di fitness e del valore del portafoglio nel futuro virtuale. Successivamente saranno presentati i codici sviluppati per l'implementazione delle soluzioni finanziarie.

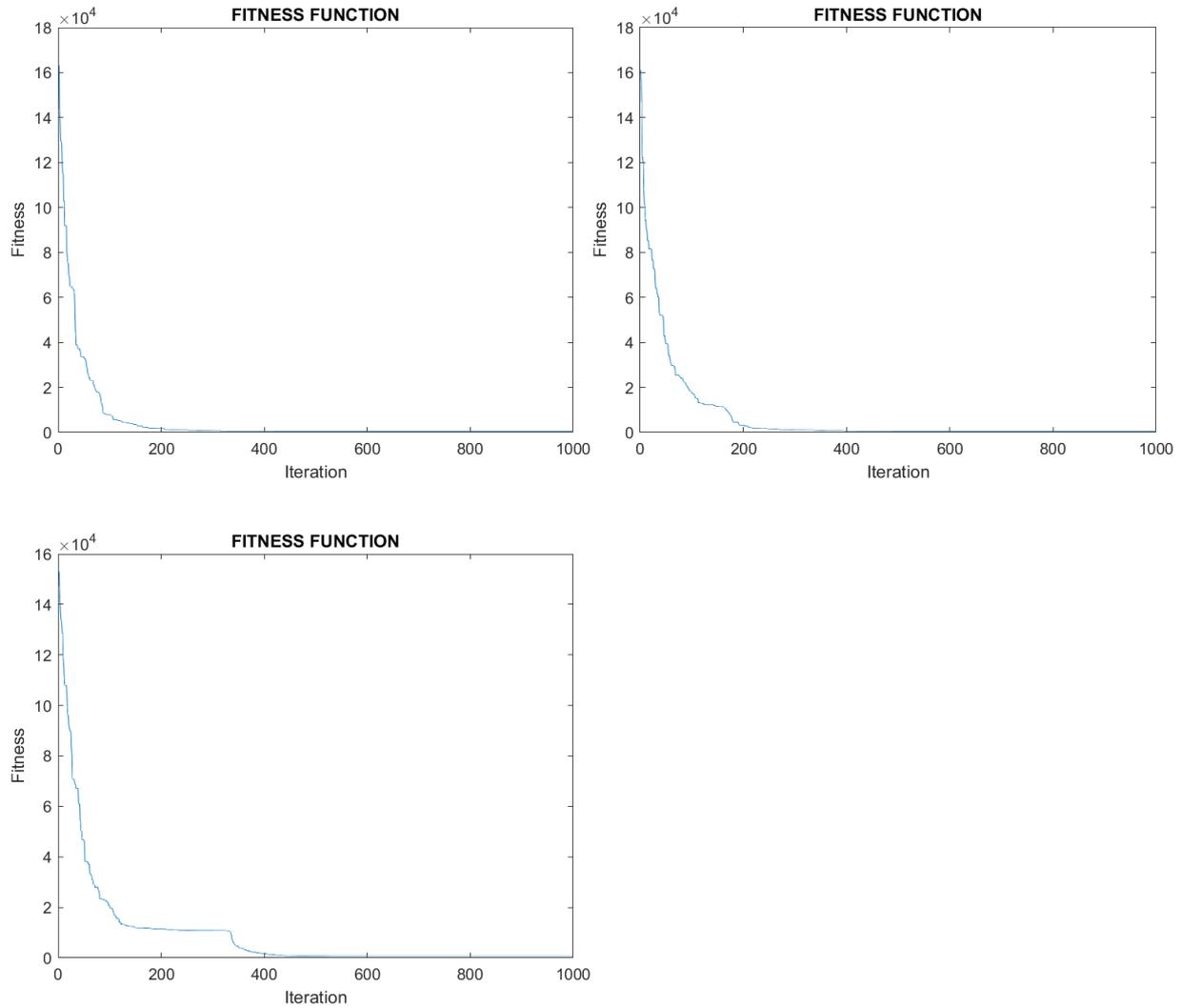
Di seguito è possibile osservare il comportamento della funzione di fitness (sotto ipotesi di distribuzioni stabili) all'aumentare del numero di iterazioni fino al raggiungimento del criterio di stop, in questo caso fissato alla millesima iterazione.

Figura A5.1: *Funzione di fitness portafoglio a basso rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.*



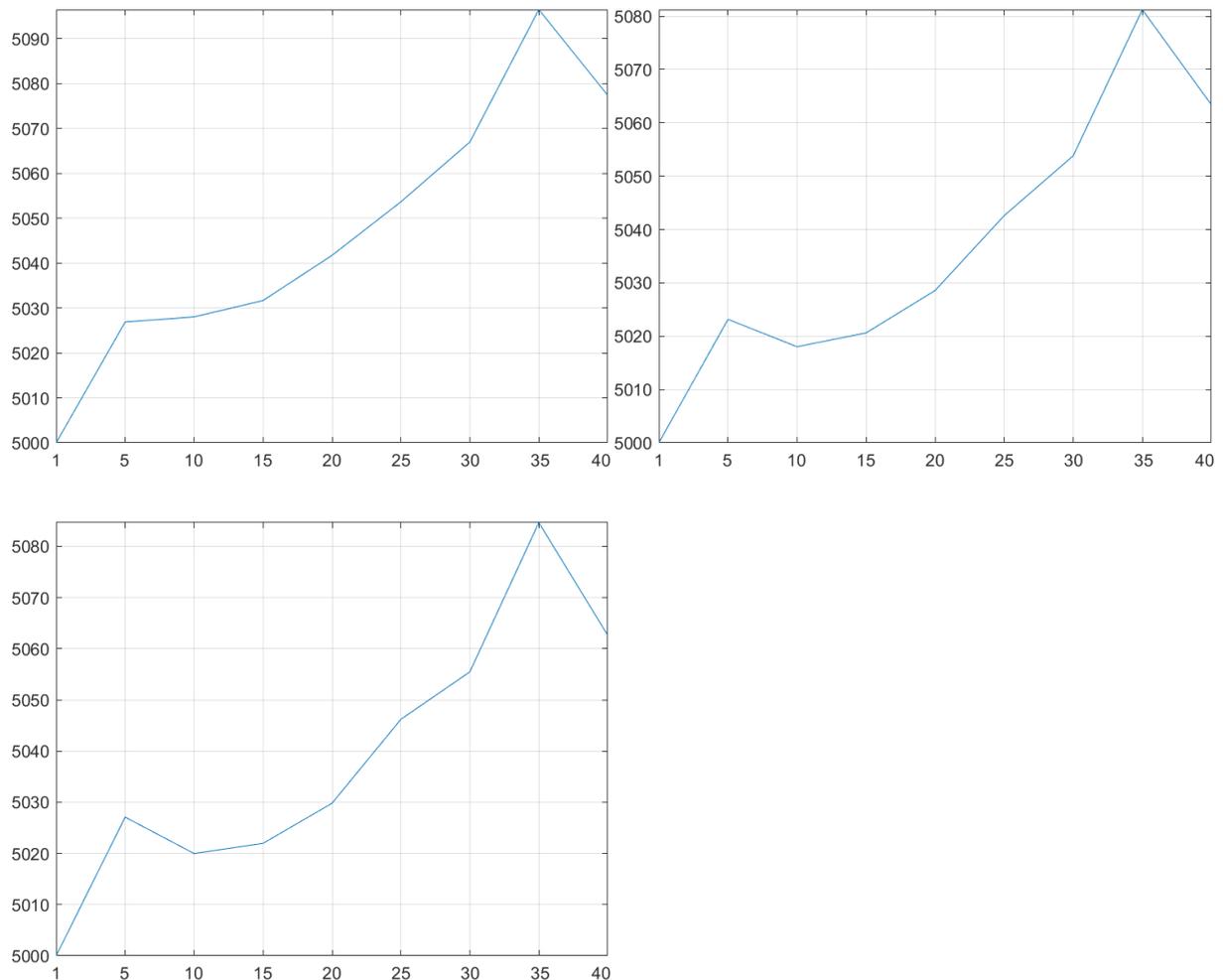
Si noti come il comportamento della funzione converga velocemente al minimo in tutte le prove. Tuttavia, con un maggiore ingrandimento del grafico è possibile verificare come all'aumentare del numero di iterazioni la funzione continui ad abbassarsi lentamente, e ciò può far pensare che cicli più lunghi possano portare a soluzioni più efficienti.

Figura A5.1.1: *Funzione di fitness portafoglio a basso rischio, prima, seconda e terza prova. Caso Normale.*



Nei seguenti grafici si riporta a titolo esemplificativo il valore che assume il portafoglio finanziario nel caso di basso profilo di rischio in un futuro virtuale nelle tre differenti prove.

Figura A5.2: Valore del portafoglio a basso rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.



Dai grafici sopra si evince come aprire una posizione in data 01/01/2020 su uno di questi tre diversi portafogli abbia prospettive di rendimento positivo in linea con i risultati riassunti nel paragrafo 5.3.

Analoghi output si ottengono per gli scenari di medio ed alto profilo, i quali sono presentati nei seguenti grafici.

Di seguito si presentano i grafici della funzione di fitness e del valore di portafoglio in futuro virtuale delle prove di medio e alto profilo di rischio.

Figura A5.3: Funzione di fitness portafoglio a medio rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.

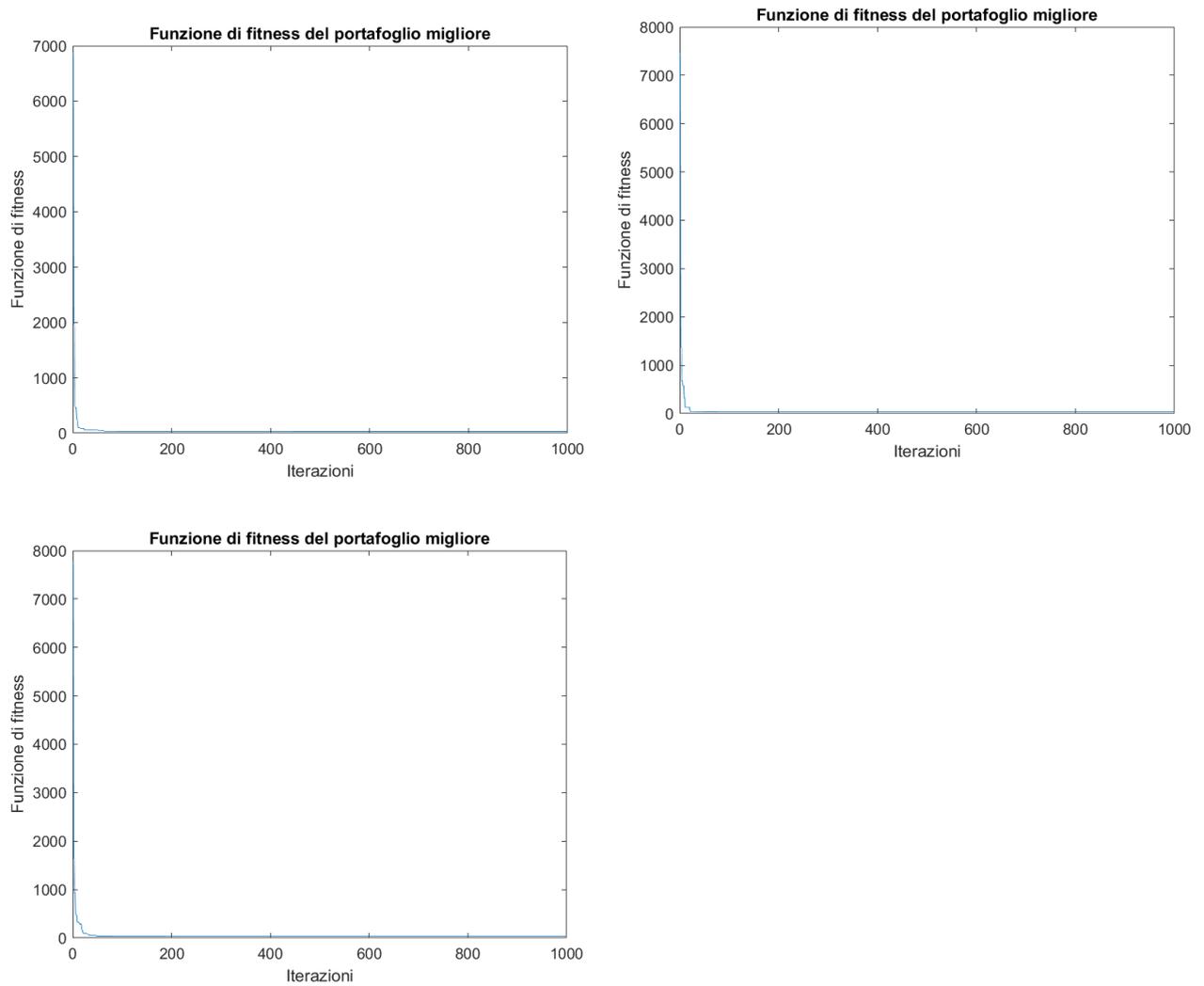
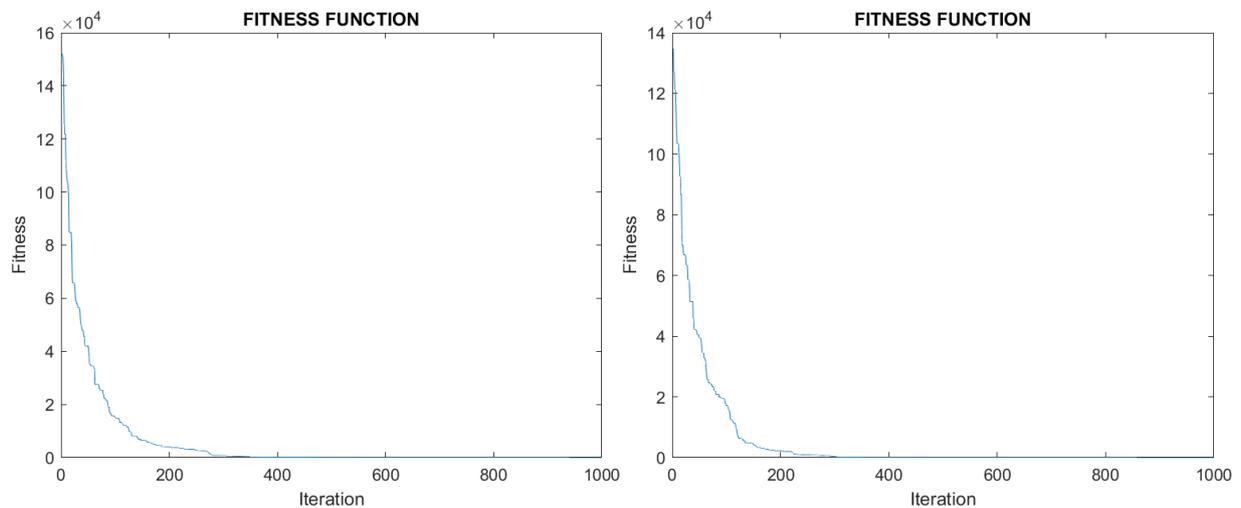


Figura A5.3.1: Funzione di fitness portafoglio a medio rischio, prima, seconda e terza prova. Caso Normale.



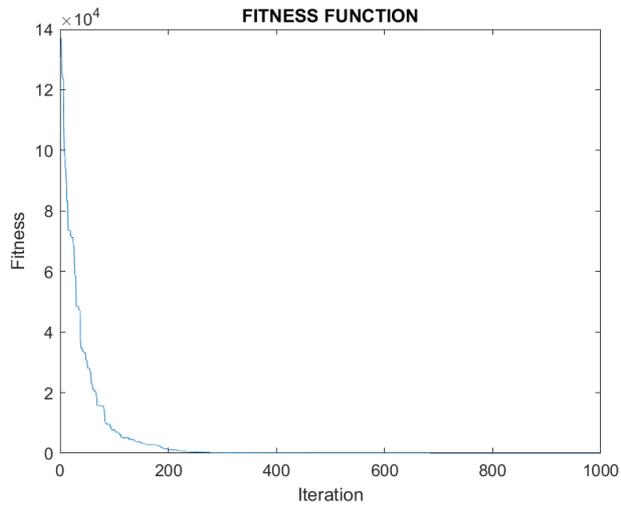


Figura A5.4: Valore del portafoglio a medio rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.

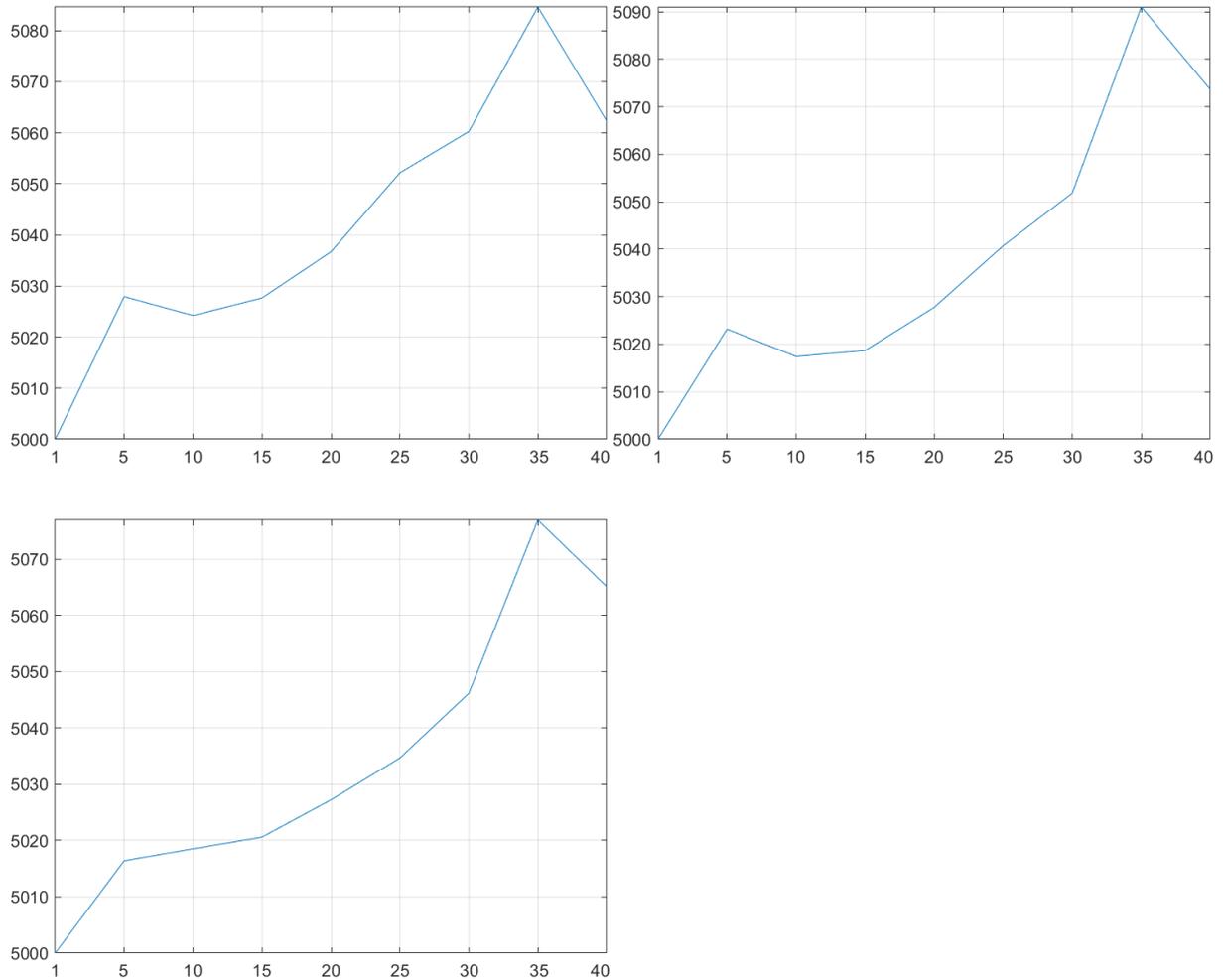


Figura A5.5: Funzione di fitness portafoglio ad alto rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.

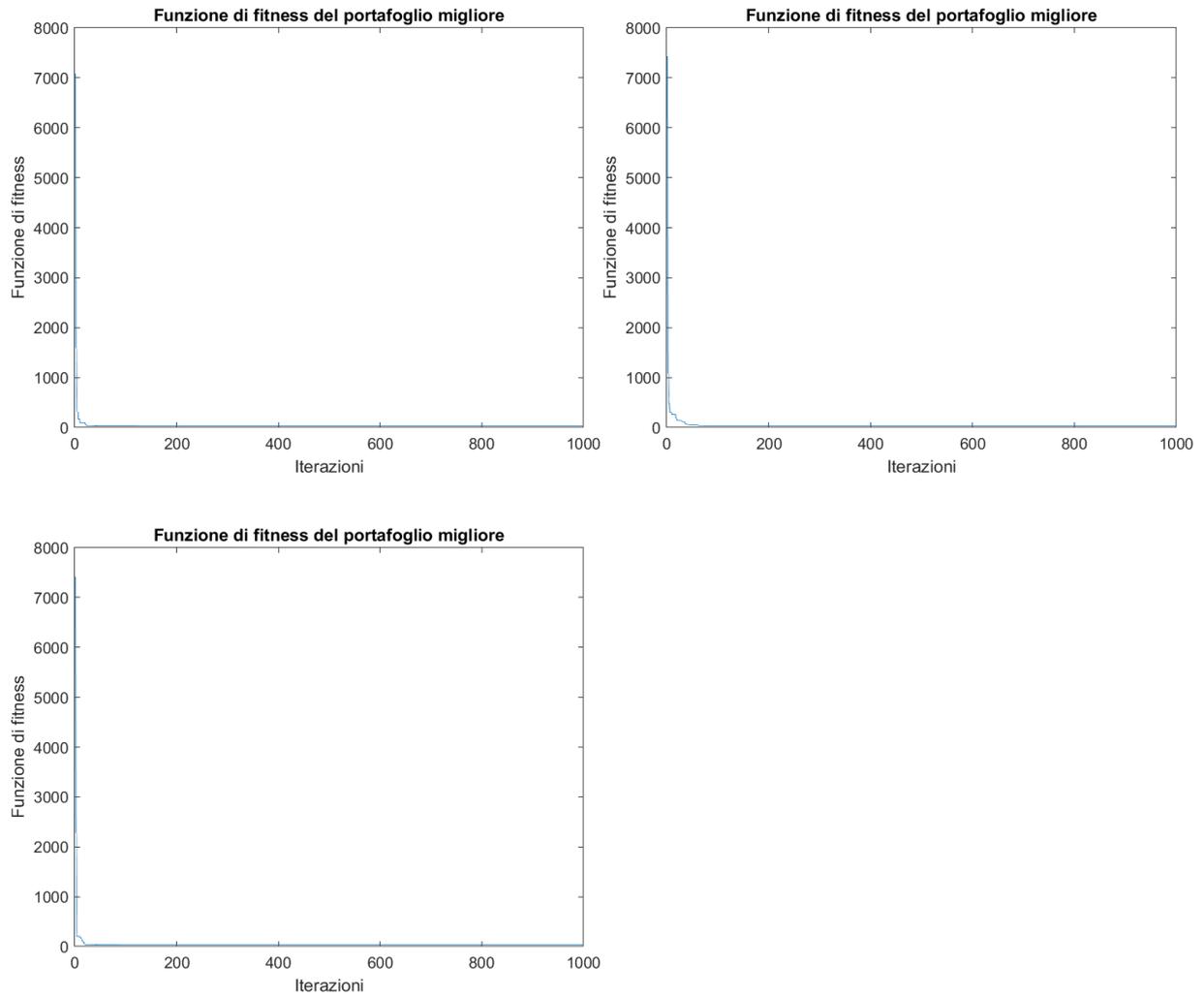
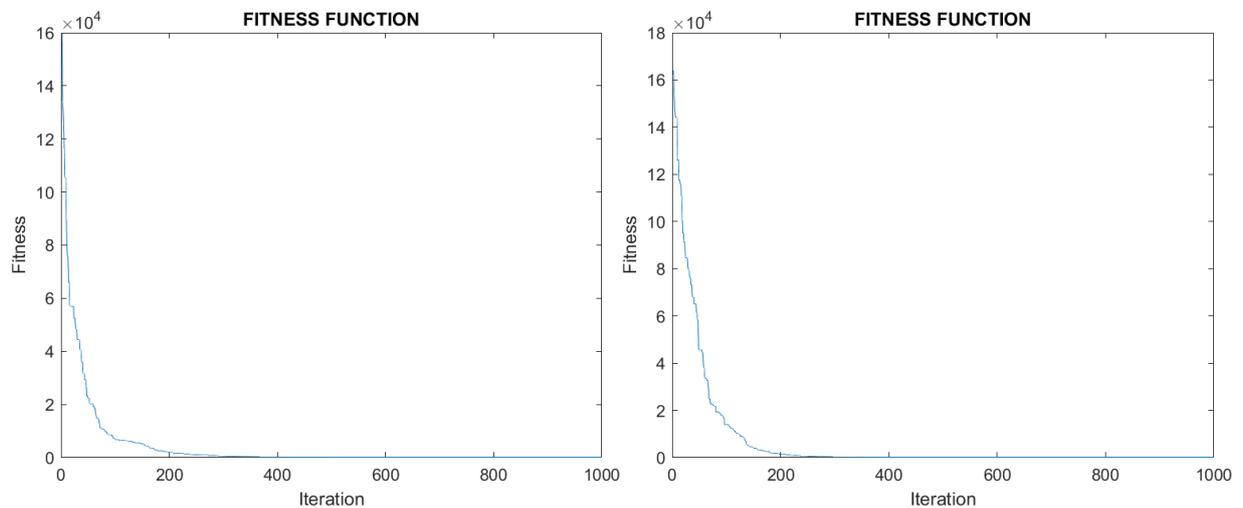


Figura A5.5.1: Funzione di fitness portafoglio ad alto rischio, prima, seconda e terza prova. Caso Normale.



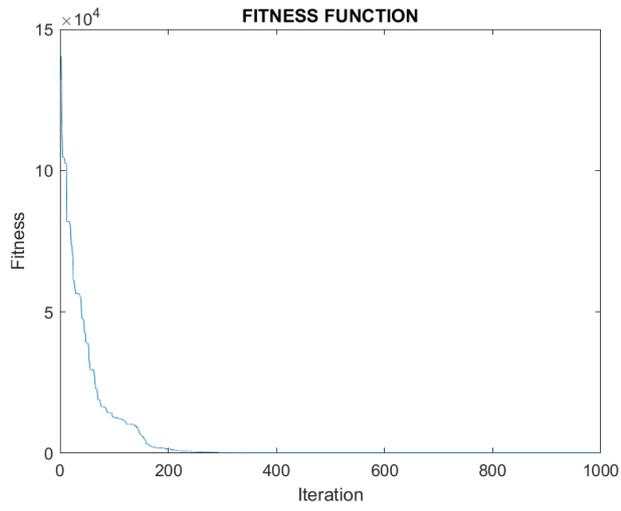
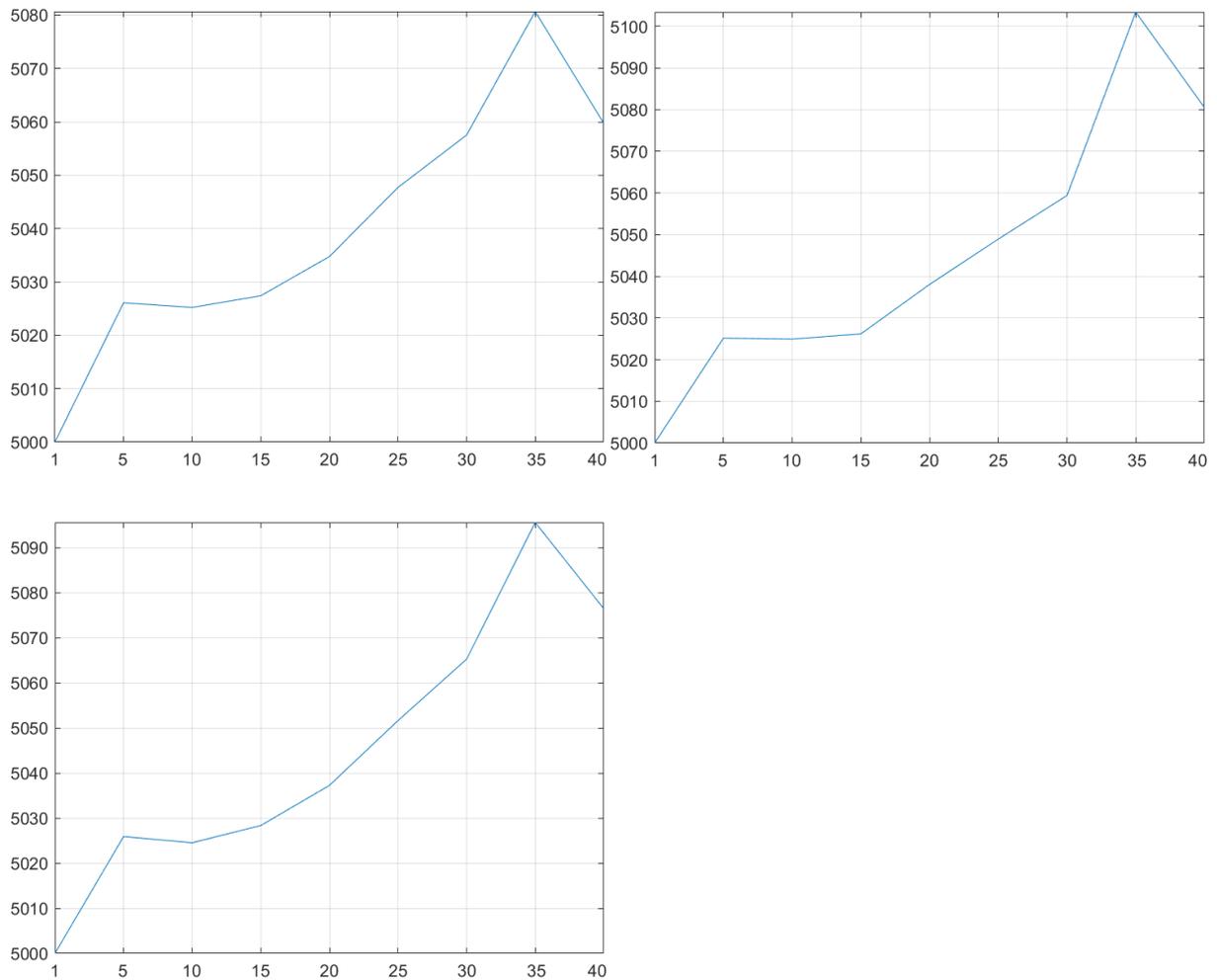


Figura A5.6: Valore del portafoglio ad alto rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.



Capitolo 6

La consulenza automatizzata all'era del COVID-19

In quest'ultima sezione dell'elaborato l'interesse si focalizza sull'andamento e l'operatività svolta dai Robo-Advisor durante il primo quadrimestre del 2020. Si sono presi in considerazione i dati relativi alle performance (quando disponibili) delle piattaforme precedentemente analizzate. In questo modo è possibile delineare il comportamento di questa tipologia di servizi in uno scenario in cui il mercato è in estremo ribasso. Inoltre, si ripropone lo stesso genere di analisi con i modelli utilizzati nel Capitolo 5 prendendo come riferimento però il periodo 12/2019 - 04/2020, ciò al fine di rilevare potenziali differenze di comportamento tra i due periodi campionari nonché tra i due modelli utilizzati.

6.1 LO SCENARIO DELL'ECONOMIA GLOBALE

Il periodo trattato all'interno di questo capitolo riguarda probabilmente uno dei momenti più tristi e bui del XXI secolo. I mesi da poco trascorsi sono quel qualcosa che si definirebbe inimmaginabile fintanto che non viene vissuto sulla propria pelle. Nel gennaio del 2020, un allarme epidemico giungeva dalla Cina, dove decine di persone, ben presto diventate centinaia e poi migliaia, venivano contagiate da un virus: il Covid-19. Nel giro di poche settimane, questo nemico invisibile si è diffuso in gran parte del pianeta, attaccando il resto dei Paesi asiatici ed Europa in primis, e successivamente anche USA e gli altri continenti. All'epoca in cui si sta scrivendo, i contagi hanno superato i 5,5 milioni di casi, di cui oltre 360 mila sono le persone che non sono riuscite a sconfiggere questo male, e nonostante il calo dei contagi, non è ancora noto fino a quando saremo costretti a convivere con questo virus.

In questi mesi di sofferenza il clima che ci ha accompagnato è stato a dir poco surreale. Il *lockdown* imposto dalla maggior parte dei Paesi vietava alle persone di uscire di casa se non per motivazioni di urgenza e necessità, con conseguente immobilizzazione dell'apparato economico e lavorativo della maggior parte delle attività. In tale contesto la sofferenza finanziaria delle imprese è diventata una conseguenza logica, la quale si è aggiunta alle difficoltà pregresse che l'economia di molti Paesi risente dalle crisi precedenti.

La speranza ad oggi è che almeno la diffusione del virus subisca un forte rallentamento per permetterci di ritrovare la normale quotidianità delle nostre azioni e successivamente dare nuovo impulso alle attività produttive.

6.1.1 I Robo-Advisor nel primo quadrimestre del 2020

Il contesto operativo delle piattaforme di consulenza automatizzata ha subito forti sconvolgimenti a causa dello scenario sopra tracciato. L'economia mondiale ha evidenziato infatti, un progressivo rallentamento, tenendo attivi solamente quei settori ritenuti essenziali per far fronte allo stato di emergenza. Il mercato finanziario ha subito a sua volta il riflesso di questo stallo generalmente diffuso, enfatizzando quelle che sono le fattezze di una nuova crisi economica. Per questo motivo, le prospettive di sviluppo e crescita del Robo-Advisoring sono ad oggi differenti rispetto a quanto affiorato nel Capitolo 2. Dovranno sicuramente essere riviste al ribasso le proiezioni che vedevano il superamento del trilione di dollari di asset gestiti dai robot nel corso del 2020, e la attuale grande incertezza sembra poter affliggere anche gli anni a venire.

Per comprendere la reale entità dell'impatto del Covid-19 sull'economia del Robo-Advisoring, sono state rianalizzate le piattaforme presentate nel Capitolo 2. A tal riguardo, si sono cercate evidenze relative alle performance realizzate nel primo quadrimestre dell'anno, contestualmente il più martoriato da questo virus. Appurato il fatto che la maggior parte di questi servizi non rendono disponibile questo genere di informazioni, la ricerca si è svolta considerando solamente i dati di coloro che rendono pubblico l'andamento dei portafogli che vengono offerti ai clienti. Dal campione precedentemente utilizzato, il quale comprendeva 110 piattaforme, solamente 24 di queste notificano pubblicamente quanto realmente conseguito.

I risultati ottenuti vengono presentati all'interno della seguente tabella, la quale contiene i valori medi mensili (al lordo di costi e tasse) pubblicati nei 24 siti di Robo-Advisory analizzati. Dal momento che la gamma di servizi offerta da ciascuna società si differenzia per numero e tipologia, per ogni piattaforma si sono considerati i dati relativi a tre differenti proposte di portafoglio in relazione al grado di rischio. A tal riguardo, infatti, si sono considerati il portafoglio meno rischioso, il più rischioso ed una proposta intermedia. Si sono inoltre richiamate le caratteristiche relative alla metodologia di *asset allocation* implementata e alla presenza o meno di consulente umano. In questo modo è infatti possibile comparare tra di loro anche le diversità strutturali di queste piattaforme.

Tabella 6.1: Performance Robo-Advisory nel periodo 01/2020 – 04/2020.

ROBO ADVISOR	ASSET ALLOCATION	AML	BASSO	MEDIO	ALTO
BETTERMENT	MV & B-L & CAPM	Hybrid	-0.725%	-3.275%	-4.675%
EASYVEST	MV + constr.	Hybrid	-0.900%	-1.625%	-2.875%
EUCLIDEA	MV + constr.	Hybrid	-0.510%	-0.465%	-3.125%
FINTEGO	MV + constr.	Hybrid	-0.990%	-1.703%	-3.187%
GINMON	MV + constr. & CAPM	Quant	-1.160%	-4.660%	-6.750%
INDEXA CAPITAL	MV & CAPM	Quant	-0.800%	-1.725%	-3.050%
INTERACTIVE ADVISORS	MV & B-L	Hybrid	-1.160%	-0.330%	-10.640%
JUSTWEALTH	MV + constr.	Hybrid	-3.160%	-5.530%	-8.250%
MONEYFARM	MV + constr.	Hybrid	-1.105%	-1.780%	-2.455%
MOTIF INVESTING	MRM	Quant	0.390%	-0.913%	-3.793%
NUTMEG	MV + constr.	Quant	-0.375%	-2.000%	-4.250%
PENINGAR	T - B & MV + constr.	Quant	-1.713%	-2.580%	-3.490%
PIXIT - TARGO BANK	MV + constr. & VaR	Quant	-2.500%	-3.750%	-9.000%
ROBIN - MAX BLUE	MV + constr. & VaR	Hybrid	-2.450%	-2.700%	-5.750%
SCALABLE CAPITAL	MV + constr. & VaR	Hybrid	-0.500%	-2.975%	-4.300%
SWISSQUOTE	MV + constr. & VaR	Quant	-2.750%	-3.750%	-5.000%
TRUEVEST	MV + constr. & VaR	Hybrid	-3.550%	-4.730%	-5.000%
VIVIDAM	MV + constr.	Hybrid	-1.100%	-1.650%	-2.375%
WARBURG NAVIGATOR	MV + constr. & VaR	Quant	-1.390%	-2.150%	-2.790%
WEALTHFRONT	MV & B-L & CAPM	Hybrid	0.057%	-1.423%	-2.840%
WELTSPAREN	MV + constr. & VaR	Quant	-1.350%	-4.675%	-7.775%
WHITEBOX	MV + constr.	Hybrid	-0.075%	-1.800%	-4.700%
WMD CAPITAL	MV + constr. & VaR & SRRI	Hybrid	-1.250%	-1.920%	-2.210%
YOMONI	MV + constr.	Quant	0.100%	-1.025%	-2.650%

I valori contenuti nella tabella si riferiscono ai rendimenti medi mensili conseguiti dalla rispettiva piattaforma nel periodo campionario considerato. Si evince come siano molto rari i casi di performance positiva, a conferma del fatto che l'economia ha subito una drastica flessione durante questo periodo. Negli scenari di medio ed alto profilo di rischio i portafogli hanno segnato i risultati peggiori, a causa dell'elevata volatilità a cui sono soggetti gli strumenti inseriti in questo genere di portafogli.

Interessante è osservare come cambia il valore del portafoglio in relazione al fatto che la piattaforma considerata disponga della presenza di consulenti umani, operando in un contesto di Robo-Advisor ibrido, piuttosto che nel caso interamente quantitativo.

Nella seguente tabella si riportano i risultati medi di come le due differenti tipologie di piattaforma hanno performato in questo periodo.

Tabella 6.2: Performance medie Robo-Advisors ibridi e quantitativi.

	BASSO	MEDIO	ALTO
HYBRID	-1.244%	-2.279%	-4.456%
QUANT	-1.155%	-2.723%	-4.855%

Ad eccezione dello scenario in cui si considera la proposta a rischio più contenuto, mediamente i Robo-Advisor ibridi hanno performato leggermente meglio rispetto alle piattaforme interamente quantitative. Questo risultato è dovuto molto probabilmente al fatto che il *sentiment* diffuso tra gli investitori ha aiutato a modificare tempestivamente le varie proposte. Con la diffusione dei primi focolai europei in Italia e Germania avvenuti tra la fine di febbraio e gli inizi di marzo, l'opinione pubblica cominciava a manifestare i primi evidenti segni di incertezza e preoccupazione. Da quel momento è quindi plausibile che anche i mercati finanziari cominciassero a risentire di questi timori e pertanto molti dei responsabili della gestione dei portafogli, hanno dovuto rivedere le strategie e la allocazione delle proposte.

Ad ogni modo, si noti come la differenza tra le due tipologie di allocazione non sia particolarmente significativa. Questo è comprensibile se si considera la rapidità con cui si è manifestata questa crisi. Al contrario di molti altri casi storici, si pensi per esempio alla crisi del 2008 anticipata da un lungo periodo di speculazione sui mutui *subprime*, lo scenario attuale ha raggiunto il massimo culmine in meno di due mesi dai primi dati epidemici. La mancanza di una linea di risposta comune da tutti gli Stati e di conoscenza dell'avversario contro cui si sta combattendo, hanno amplificato l'effetto di questa crisi. In questo contesto infatti, l'incertezza e la confusione hanno preso il sopravvento, e questo si è riversato anche sul mondo della finanza.

Ciò che ci si propone di fare a questo punto, è verificare come le performance di portafoglio avrebbero reagito se come ipotesi base le piattaforme avessero implementato la statistica Lévy-Pareto stabile anziché quella Normale. Nel paragrafo che segue sarà impostato un ulteriore confronto per testare il differente comportamento in questo genere di scenari.

6.2 DIVERSE IPOTESI STRUTTURALI E DIVERSO IMPATTO DEL COVID-19 SUI PORTAFOGLI FINANZIARI

Il presente paragrafo è dedicato all'applicazione dei modelli di *asset allocation* precedentemente presentati ad un periodo campionario di particolare interesse. Si è infatti preso in considerazione l'intervallo temporale che va dal 01/12/2019 al 30/04/2020, periodo caratterizzato dallo scoppio e dal picco dell'epidemia globale di cui si è parlato nel primo paragrafo di questo capitolo. L'analisi condotta serve per considerare la bontà dei modelli di selezione in base alle performance ottenute nell'out of sample, nonché verificare le differenze di comportamento dei portafogli in situazioni particolarmente volatili.

L'indagine sarà presentata secondo lo schema già utilizzato nel Capitolo 5. Saranno infatti presi in considerazione tre scenari, in relazione ai tre diversi profili di rischio del cliente, e per ciascuno di questi saranno eseguite tre prove, di cui si analizzeranno i risultati. Tutto ciò sarà svolto sia seguendo le ipotesi di distribuzioni di rendimento Pareto-stabili sia distribuzioni di rendimento Normali.

6.2.1 Primo scenario: investitore con basso profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili

Il settaggio di questa prova è analogo all'applicazione svolta nel capitolo precedente. Pertanto, per far sì che la proposta di investimento sia riconducibile ad un investitore caratterizzato da una bassa propensione al rischio si sono impostate delle soglie massime di investimento per le quote relative al mercato azionario pari al 3% per ciascuno strumento. Al contrario, si è richiesta una maggior concentrazione per gli ETF del mercato monetario, i quali sono soggetti ad una minor volatilità, richiedendo una quota minima del 10%.

Una volta riepilogati i principali elementi del portafoglio non resta che verificare e discutere della composizione del portafoglio e dei relativi risultati. Nelle tabelle che seguono verranno rispettivamente presentati questi dati.

Tabella 6.3: *Composizione di portafoglio per clienti a basso profilo di rischio, ipotesi stabile.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	10.58%	9.62%	9.28%
Lyxor euro Mercato Monetario	10.42%	10.33%	12.33%
UBS Composite Commodities	5.53%	8.65%	6.79%
Lyxor Commodities	7.23%	5.19%	6.14%
European Property Real Estate	6.02%	7.40%	9.03%
FTSE Real Estate	10.87%	5.68%	7.00%
Gold	8.66%	6.94%	8.77%
Silver	7.77%	9.48%	6.73%
European High Yield Corporate Bond	4.84%	6.98%	6.85%
European Corporate Bond	7.52%	8.37%	7.33%
European Government Bond	8.73%	7.76%	9.50%
MSCI Europe	3.86%	4.78%	0.64%
Europe 600 Stocks	4.76%	3.24%	4.27%
Europe 50 Stocks	3.19%	5.25%	5.33%

Il particolare periodo considerato nel campione si riversa anche sulla composizione dei portafogli. È immediato notare come le violazioni dei vincoli siano molto diffuse, principalmente per quelle relative al mercato azionario. Questo è probabilmente dovuto al fatto che la richiesta di mantenere un minimo livello di rendimento positivo porta l’algoritmo a ricercare una soluzione che si espone maggiormente al rischio al fine di produrre rendimenti positivi. A questo si aggiunge il fatto che nel periodo considerato anche il settore del mercato monetario ha subito la crisi del Covid-19 e pertanto la maggior concentrazione su questi strumenti ha vanificato i tentativi di ridurre il rischio.

Per quanto riguarda le quote relative agli altri strumenti sono rispettati i vincoli in tutti i casi tranne un’eccezione, relativa alla quota nella prima prova dell’ETF “*European High Yield Corporate Bond*”, la quale scende al di sotto del 5% seppur di una quantità poco significativa. Si può affermare più in generale che, escludendo gli eccessi nel settore azionario, anche le violazioni dei vincoli relative al mercato monetario sono poco significative. In generale, il livello di diversificazione può considerarsi sufficiente in tutte le prove, non rilevando alcuna concentrazione particolare in singoli titoli.

Nonostante la particolare situazione dell’economia mondiale, l’algoritmo ha prodotto soluzioni che si possono ritenere sufficientemente adeguate all’offerta rivolta ad un investitore poco propenso al rischio. Rimane ora da verificare le performance complessive per valutare quale proposta scegliere tra le tre prodotte.

Tabella 6.4: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento a basso profilo di rischio, ipotesi stabile.

Risultati Basso Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	-0.0505%	-0.0523%	-0.0431%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	-0.0505%	-0.0532%	-0.0834%
Expected Shortfall In Sample	-2.3932%	-1.8605%	-2.7426%
Expected Shortfall Out Of Sample	-1.6923%	-1.7994%	-1.5392%
Minimo valore di fitness	23.1506	24.4116	24.2076
Violazione vincolo di budget	0.0017	0.0146	0.0054
Violazione vincolo di rendimento	0.0023	0.0024	0.0024
Violazione vincolo di short sales	0	0.0002	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0.0015
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0	0.0001	0
Violazione vincolo sulla quota massima	0	0	0
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

I risultati presentati nella Tabella 2 si allontanano dalla struttura vista all'interno del Capitolo 5, dove il periodo campionario terminava al 31/12/2019. In questi scenari i rendimenti permangono negativi sia considerando il periodo in sample, sia nella prospettiva prodotta nel futuro virtuale. I valori di ES sono tutti piuttosto consistenti tenendo conto del fatto che l'orizzonte temporale è molto breve. Ciò equivale a dire che strategie di investimento a breve termine in questo caso rischiano di comportare ingenti perdite.

Valutando le singole prove, ad ogni modo, è possibile individuare una situazione di dominanza stocastica. Seguendo questo criterio il portafoglio relativo alla prima prova considerando il periodo out-of-sample si verifica un rendimento migliore rispetto a quello prodotto dalla seconda prova e contemporaneamente un livello di ES inferiore. Non è tuttavia possibile eseguire questo paragone con la terza prova.

Il primo portafoglio ad ogni modo risulta il migliore in termini di fitness, in quanto presenta il valore più basso tra le varie prove. Ci si può quindi attendere che l'offerta del Robo-Advisor si muova in questa direzione, ed anche in questo caso l'eventuale presenza di un consulente umano può aiutare a migliorare l'allocazione delle risorse per ottimizzare le quote.

Infine, come nel capitolo precedente, prendendo in considerazione un potenziale investimento di € 5.000,00 l'investitore deve tenere conto del fatto che nel 5% dei peggiori esiti possibili incorre in una perdita mediamente pari a € 84,6150 al giorno, contro i € 69,5089 riscontrati nel periodo campionario precedente per lo stesso scenario.

6.2.2 Primo scenario: investitore con basso profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali

L'analisi prosegue verificando come si modificano la composizione ed i risultati di portafoglio quando cambiano le ipotesi poste a fondamento della struttura. In questo paragrafo, infatti, si prende come riferimento lo scenario di basso profilo di rischio, ma la costruzione del modello considera come ipotesi di fondo distribuzioni di rendimento Normali. La seguente tabella presenta le modifiche relative alla composizione del portafoglio presentando quali sono le quote ritenute ottime in questi scenari.

Tabella 6.5: *Composizione di portafoglio per clienti a basso profilo di rischio, ipotesi Normale.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	10.79%	10.56%	10.37%
Lyxor euro Mercato Monetario	13.38%	10.04%	11.01%
UBS Composite Commodities	5.40%	5.07%	5.02%
Lyxor Commodities	17.59%	5.93%	7.23%
European Property Real Estate	5.10%	7.49%	5.02%
FTSE Real Estate	8.23%	5.09%	6.20%
Gold	5.44%	8.33%	5.38%
Silver	5.64%	5.06%	5.69%
European High Yield Corporate Bond	5.75%	21.90%	6.25%
European Corporate Bond	5.09%	5.41%	22.78%
European Government Bond	5.82%	5.00%	5.04%
MSCI Europe	4.92%	3.01%	3.94%
Europe 600 Stocks	3.10%	3.62%	3.02%
Europe 50 Stocks	3.76%	3.49%	3.06%

I risultati che sono sopra riportati riguardano le quote che compongono il portafoglio per un cliente con basso profilo di rischio in tre differenti prove. Come nelle situazioni già analizzate anche in questo caso l'algoritmo viola principalmente le soglie richieste nel settore azionario, anche se nella maggior parte dei casi l'eccesso di investimento riguarda una quota poco significativa. L'unico risultato che appare più anomalo è relativo alla quota del titolo *MSCI Europe* nella prima prova, la quale eccede la soglia di quasi il 2%.

Il limite minimo posto al 10% è invece rispettato in tutti i casi, così come i vincoli richiesti per le altre quote. Si può notare come l'utilizzo della statistica Normale anche in questo caso tenda a far sorgere esposizioni più consistenti in singoli titoli, in particolare nella seconda e nella terza prova, le cui quote rispettivamente di *European High Yield Corporate Bond* ed *European Corporate Bond* superano il 20%. Ad ogni modo il vincolo del 25% non viene mai superato ed il livello di diversificazione si può ritenere sufficiente. Nel caso della presenza di un consulente umano può essere presa in considerazione la possibilità di destinare maggiori risorse ad altri titoli.

Il passo successivo riguarda l'analisi dei risultati delle tre prove di portafoglio generate. Questi sono presentati all'interno della tabella 4.

Tabella 6.6: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento a basso profilo di rischio, ipotesi Normale.

Risultati Basso Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	0.0023%	0.0060%	0.0018%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	-0.1362%	-0.1786%	-0.1489%
Expected Shortfall In Sample	-1.2767%	-0.6744%	-0.6885%
Expected Shortfall Out Of Sample	-2.9380%	-3.4175%	-2.8981%
Minimo valore di fitness	600.0387	600.2015	600.0259
Violazione vincolo di budget	0	0	0
Violazione vincolo di rendimento	0	0	0
Violazione vincolo di short sales	0	0	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0.0322	0.0488	0.0498
Violazione vincolo sulla quota massima	0.0278	0.0112	0.0102
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

La tabella 4 riporta i risultati relativi alle varie prove quando le ipotesi di distribuzione dei rendimenti sono Normali. Colpisce l'ampia forbice che si manifesta tra i risultati in-sample ed out-of-sample di tutte le prove, nonché la positività dei rendimenti di tutti i portafogli visto il periodo considerato. Non si possono in questo caso eseguire particolari confronti tra i diversi portafogli, pertanto il Robo-Advisor si focalizzerà esclusivamente sul portafoglio relativo alla terza prova il quale presenta il minor valore di fitness.

In questo caso la proposta della piattaforma informerà l'investitore in questione che, collocando una somma di € 5.000,00 su questa tipologia di offerta, incorre il rischio che nel 5% degli esiti peggiori la perdita potenziale risulta mediamente pari a € 144,9050 al giorno. Si tratta di un risultato che contraddice quanto verificato nelle situazioni analizzate in precedenza, in quanto nel caso di ipotesi stabile la previsione di perdita è mediamente pari a € 84,6150. Ci si attende in tale fattispecie un'inversione di scenario, in quanto prendendo come riferimento un periodo in cui il mercato è esclusivamente *bearish*¹⁰⁷, l'algoritmo "stabile" produce automaticamente delle proposte molto più conservative rispetto all'algoritmo "Normale", anche perché quest'ultimo sottostima il rischio. Questo può tradursi in un sostanziale vantaggio per l'investitore, in quanto in periodi di estremo ribasso incorre in perdite meno elevate rispetto a portafogli strutturati secondo le logiche tradizionali.

¹⁰⁷ Termine del gergo finanziario utilizzato per indicare un periodo in cui le quotazioni dei titoli sono viste al ribasso.

6.2.3 Secondo scenario: investitore con medio profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili

Il secondo scenario che viene analizzato riguarda la proposta di investimento che viene offerta ad un investitore caratterizzato da un profilo di rischio medio. Il processo seguirà lo schema utilizzato nelle altre prove, pertanto si presenteranno due tabelle contenenti rispettivamente le informazioni generate riguardo la composizione ed i risultati delle prove effettuate. È doveroso ricordare che per queste prove si sono impostate delle soglie limite al ribasso per gli ETF relativi al mercato obbligazionario, i cui strumenti non devono scendere al di sotto del 10%, e delle soglie al rialzo per gli ETF azionari, i cui singoli titoli non devono eccedere il 5%.

Tabella 6.7: *Composizione di portafoglio per clienti a basso profilo di rischio, ipotesi stabile.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	8.18%	7.14%	7.98%
Lyxor euro Mercato Monetario	9.87%	8.20%	0.92%
UBS Composite Commodities	6.15%	5.81%	2.85%
Lyxor Commodities	6.74%	8.52%	7.09%
European Property Real Estate	7.42%	9.21%	0.93%
FTSE Real Estate	1.67%	5.88%	7.99%
Gold	7.48%	7.32%	19.98%
Silver	8.90%	5.00%	3.89%
European High Yield Corporate Bond	8.79%	10.47%	12.09%
European Corporate Bond	10.50%	10.19%	10.23%
European Government Bond	10.21%	11.91%	10.82%
MSCI Europe	3.70%	2.53%	7.54%
Europe 600 Stocks	5.80%	5.50%	4.29%
Europe 50 Stocks	4.60%	2.31%	3.39%

I dati riportati in tabella risultano essere i più distanti dalla struttura minima richiesta tra tutte le prove già effettuate. Le violazioni non sono particolarmente numerose, specialmente nella seconda prova, ma nella maggior parte dei casi sono molto significative.

Si segnalano violazioni in difetto molto diffuse nella prima e nella terza prova, con quote che scendono al di sotto della soglia limite anche del 4%. Gli ETF azionari sono abbastanza in linea con i limiti loro richiesti, ad eccezione di tre violazioni sui nove casi totali, di cui due poco significative.

È possibile poi notare come sia presente un unico caso di concentrazione relativamente al titolo Gold, il quale sfiora il 20% nella terza prova. Ad ogni modo il livello di diversificazione è mantenuto nella norma.

Sembra opportuno in questo contesto l'intervento di un consulente umano al fine di indirizzare l'offerta verso soluzioni più in linea con la struttura implementata, al fine di mantenere la proposta coerente con il profilo di rischio cui si riferisce.

Di seguito si mostrano invece i risultati relativi alle diverse prove.

Tabella 6.8: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento a medio profilo di rischio, ipotesi stabile.

Risultati Medio Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	-0.0473%	-0.0414%	-0.0174%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	-0.1400%	-0.1479%	-0.1213%
Expected Shortfall In Sample	-1.6486%	-2.2891%	-1.7918%
Expected Shortfall Out Of Sample	-3.4289%	-3.5317%	-3.4484%
Valore minimo di fitness	19.5711	25.1215	22.8975
Violazione vincolo di budget	0.0004	0.0028	0.0025
Violazione vincolo di rendimento	0.0027	0.0025	0.0023
Violazione vincolo di short sales	0	0	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0	0	0
Violazione vincolo sulla quota massima	0	0	0
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

In questo caso l'algoritmo ha prodotto delle proposte molto simili tra loro in termini di performance, risulta quindi difficile verificare la presenza di un portafoglio dominante. Come ormai noto, la selezione si dovrà effettuare valutando la funzione di fitness inferiore. Da questo punto di vista l'offerta si orienta verso il portafoglio relativo alla prima prova.

Per quanto riguarda l'aspetto relativo alle violazioni dei vincoli si noti come siano frequenti solamente per quanto riguarda i vincoli di budget e di rendimento, anche se, tuttavia, di una quantità poco significativa.

La proposta in esame si contraddistingue in quanto verrà segnalata con un potenziale di perdita che si manifesta nel 5% dei casi peggiori pari a € 171,4450 al giorno nel caso in cui un investitore decida di collocare € 5.000,00, contro i € 64,6443 del periodo campionario precedente.

6.2.4 Secondo scenario: investitore con medio profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali

Il secondo passaggio per l'analisi dello scenario viene eseguito considerando come ipotesi alla base del modello di distribuzioni di rendimento Normali. Quella che segue è la rappresentazione delle quote di composizione dei tre portafogli creati in tre diverse prove. Successivamente verrà presentata anche la tabella con i relativi risultati in termini di performance.

Tabella 6.9: *Composizione di portafoglio per clienti a medio profilo di rischio, ipotesi Normale.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	5.01%	6.21%	5.45%
Lyxor euro Mercato Monetario	18.95%	5.10%	5.74%
UBS Composite Commodities	5.02%	5.11%	6.94%
Lyxor Commodities	5.03%	5.06%	7.85%
European Property Real Estate	5.15%	5.02%	5.66%
FTSE Real Estate	5.33%	5.12%	6.89%
Gold	5.38%	7.77%	8.17%
Silver	5.08%	8.18%	5.12%
European High Yield Corporate Bond	10.01%	11.07%	10.12%
European Corporate Bond	10.00%	10.27%	12.05%
European Government Bond	10.03%	16.10%	11.02%
MSCI Europe	5.00%	5.00%	5.00%
Europe 600 Stocks	5.00%	5.00%	5.00%
Europe 50 Stocks	5.00%	5.00%	5.00%

La mancanza di evidenze di colore rosso è un segno molto positivo per questo contesto. È molto interessante il fatto che le quote relative al settore azionario rispettino alla perfezione il vincolo di massimo, cosa che non si è mai manifestata nei casi precedenti. Si tratta infatti di un'ulteriore prova a sostegno della bontà dell'utilizzo di metaeuristiche come motori risolutivi.

In generale, in tutte le prove i vincoli sono rispettati con un ottimo livello di diversificazione. L'unico caso in cui si verifica una maggior concentrazione è relativo al titolo "Lyxor Euro Mercato Monetario" nella prima prova, seppur tuttavia, non eccede la soglia del 25%.

Di seguito la tabella che riporta invece i dati relativi alle performance di ogni singola prova.

Tabella 6.10: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento a medio profilo di rischio, ipotesi Normale.

Risultati Medio Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	-0.0038%	0.0027%	0.0003%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	-0.1610%	-0.1706%	-0.1756%
Expected Shortfall In Sample	-0.6642%	-0.6836%	-0.8152%
Expected Shortfall Out Of Sample	-2.9818%	-3.2542%	-3.3508%
Valore minimo di fitness	0.2229	0.6418	0.0737
Violazione vincolo di budget	0	0.0001	0
Violazione vincolo di rendimento	0	0	0
Violazione vincolo di short sales	0	0	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0	0	0
Violazione vincolo sulla quota massima	0	0	0
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

Quanto illustrato dalla Tabella 8 è singolare quando si vanno ad analizzare i risultati relativi al rendimento del periodo in-sample relativi alla seconda ed alla terza prova. Si riscontrano infatti dei rendimenti positivi che sono in netta contrapposizione con l'andamento del mercato nel periodo campionario di riferimento.

Diventa immediato notare che il portafoglio relativo alla seconda prova sarebbe il preferito al terzo in ottica di dominanza stocastica, in quanto il rendimento è maggiore nonostante un valore della misura per il rischio è inferiore. Questo risultato si ripete anche analizzando il periodo del futuro virtuale, ma non è possibile estendere tale affermazione se confrontato con il primo portafoglio.

Ad ogni modo, il criterio di selezione desiderato riguarda il confronto tra i valori di fitness, pertanto la scelta dell'offerta del robot ricade sul portafoglio relativo alla terza proposta. Contestualmente a questa composizione, un ipotetico investitore che desidera collocare la solita cifra pari a € 5.000,00 è consapevole che nel 5% dei peggiori esiti la perdita sarà mediamente pari a €164,5400 al giorno contro i € 171,4450 del caso stabile. In questo caso il risultato non rispetta le ipotesi poste a priori, anche se tuttavia il differenziale è di un importo poco significativo.

6.2.5 Terzo scenario: investitore con alto profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni stabili

L'ultimo termine di paragone viene eseguito considerando il segmento di clientela che si caratterizza per avere un'elevata predisposizione al rischio. In questi termini ci si aspetta che la

composizione del portafoglio generato con ipotesi stabili presenti una maggior consistenza della coda sinistra della distribuzione, pertanto una potenziale perdita superiore rispetto all'applicazione in ambiente Normale. Ci si attende questo risultato in quanto l'algoritmo è impostato per soddisfare determinati criteri, come un certo livello di rendimento minimo, che rendono l'esposizione molto rischiosa. Ciò si traduce infatti con uno spessore delle code presumibilmente molto più elevato. Si ricorda che per questo genere di clientela, i portafogli sono composti considerando una soglia minima del 10% per gli ETF azionari, ed una soglia massima pari al 4% per gli ETF del mercato monetario.

Le seguenti tabelle mostrano le composizioni ed i risultati relativi alle varie prove effettuate.

Tabella 6.11: *Composizione di portafoglio per clienti ad alto profilo di rischio, ipotesi stabile.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	2.21%	1.21%	2.30%
Lyxor euro Mercato Monetario	3.54%	2.61%	4.27%
UBS Composite Commodities	9.47%	9.74%	4.88%
Lyxor Commodities	7.67%	7.61%	3.31%
European Property Real Estate	4.97%	8.23%	5.74%
FTSE Real Estate	8.66%	5.28%	4.76%
Gold	8.92%	5.35%	9.44%
Silver	4.61%	5.00%	5.82%
European High Yield Corporate Bond	5.14%	11.03%	6.09%
European Corporate Bond	5.89%	5.35%	8.34%
European Government Bond	6.05%	6.64%	6.39%
MSCI Europe	12.68%	10.73%	13.90%
Europe 600 Stocks	11.95%	9.44%	13.94%
Europe 50 Stocks	8.23%	11.77%	11.81%

La composizione dei portafogli in Tabella 9 sembra essere abbastanza coerente con i vincoli imposti, in quanto la violazione delle soglie avviene in soli otto casi dei quarantadue totali. Inoltre, per quanto riguarda principalmente le prime due prove si manifestano delle violazioni in difetto poco significative.

Per quanto riguarda gli ETF azionari e del mercato monetario, per i quali si sono impostate delle soglie particolari, il comportamento dell'algoritmo è molto soddisfacente. In queste fattispecie infatti, la violazione avviene in soli tre casi.

In generale, il rispetto dei limiti sulle quote avviene nella maggior parte delle prove, riflettendo un buon livello di diversificazione e senza particolari concentrazioni in singole quote; la seconda prova è quella che risponde meglio ai vincoli di composizione. Nella seguente tabella si valuterà se si tratta della prova migliore anche in termini di risultati.

Tabella 6.12: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento ad alto profilo di rischio, ipotesi stabile.

Risultati Alto Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	-0.0404%	-0.0500%	-0.0350%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	-0.1981%	-0.1722%	-0.1663%
Expected Shortfall In Sample	-2.6920%	-2.2730%	-1.9985%
Expected Shortfall Out Of Sample	-4.1896%	-3.6100%	-3.6313%
Minimo valore di fitness	24.2068	26.1311	26.5705
Violazione vincolo di budget	0.0193	0.0073	0.0110
Violazione vincolo di rendimento	0.0025	0.0026	0.0026
Violazione vincolo di short sales	0.0020	0	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0.0015
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0	0	0
Violazione vincolo sulla quota massima	0	0	0
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

I risultati riportati nella Tabella 10 suggeriscono immediatamente che la seconda prova non risulta essere la migliore in termini di performance. Secondo il criterio della dominanza, se si confrontano i diversi portafogli sul piano rischio-rendimento è possibile individuare un portafoglio dominante rispetto agli altri. Si tratta della proposta relativa alla terza prova, la quale presenta un rendimento (negativo) inferiore e contestualmente un valore della misura di rischio più basso rispetto alle altre prove.

Tuttavia, la proposta del Robo-Advisor sarà orientata ad offrire il portafoglio generato con la prima prova, in quanto presenta un valore di fitness decisamente inferiore rispetto al secondo ed al terzo portafoglio.

I dati generati relativi alle violazioni dei vincoli sono più frequenti rispetto alle analisi eseguiti per gli altri profili di rischio, ma tuttavia si manifestano con una bassa significatività.

In termini di capitale, la proposta in questione sarà presentata ad un investitore interessato a collocare un capitale di € 5.000,00 con un potenziale di perdita medio di € 209,4800 al giorno che si manifesta nel 5% dei peggiori esiti.

6.2.6 Terzo scenario: investitore con alto profilo di rischio, ipotesi di distribuzioni Normali

L'ultimo step di analisi riguarda la replicazione del procedimento appena eseguito nei confronti di un investitore caratterizzato da un alto profilo di rischio, prendendo come ipotesi di base distribuzioni di rendimento Normali. A differenza del caso precedente, ci si attende che

l'algoritmo fornisca delle soluzioni che portino a perdite più elevate perché in questo caso l'esposizione assume dei rischi che non vengono considerati a priori. Per prima cosa, ad ogni modo, si valutano le diverse composizioni di portafoglio, presentate nella seguente tabella.

Tabella 6.13: *Composizione di portafoglio per clienti ad alto profilo di rischio, ipotesi Normale.*

ETF	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Amundi mercato monetario	4.21%	4.02%	4.07%
Lyxor euro Mercato Monetario	4.03%	4.68%	4.20%
UBS Composite Commodities	5.58%	5.61%	5.22%
Lyxor Commodities	9.51%	5.89%	6.03%
European Property Real Estate	7.27%	5.46%	7.86%
FTSE Real Estate	5.04%	5.19%	9.68%
Gold	5.00%	5.25%	5.66%
Silver	5.00%	5.67%	5.10%
European High Yield Corporate Bond	5.59%	6.71%	6.24%
European Corporate Bond	7.47%	11.43%	5.09%
European Government Bond	5.10%	5.42%	5.17%
MSCI Europe	15.61%	11.29%	10.17%
Europe 600 Stocks	10.54%	12.58%	13.05%
Europe 50 Stocks	10.02%	10.79%	12.47%

Dalla Tabella 11 salta subito all'occhio come la composizione delle tre diverse prove presenti dei caratteri comuni a ciascuna di esse. È curioso infatti come l'unica violazione sia relativa ad un leggero eccesso per quanto riguarda i titoli appartenenti al mercato monetario che si presenta in tutti i portafogli generati. Ad ogni modo, la quota supera la soglia prefissata di una leggera percentuale che si può ritenere poco significativa.

In generale, le altre quote rispettano molto bene le soglie impostate come limite e non vi sono tracce di particolari concentrazioni in singoli titoli. Per questo motivo si può ritenere soddisfacente anche il livello di diversificazione sviluppato.

La consistenza delle quote relative agli ETF del settore azionario è molto importante e pertanto vi sono alte probabilità di incorrere in perdite attese molto elevate. Si tratta infatti del settore che ha subito maggiori danni dalla presente crisi. Queste informazioni sono esposte all'interno della tabella che segue.

Tabella 6.14: Risultati a livello di portafoglio relativi ad un investimento ad alto profilo di rischio, ipotesi Normale.

Risultati Alto Profilo di Rischio	PRIMA PROVA	SECONDA PROVA	TERZA PROVA
Rendimento Portafoglio In Sample	-0.0207%	-0.0202%	-0.0189%
Rendimento Portafoglio Out Of Sample	-0.2134%	-0.2145%	-0.2455%
Expected Shortfall In Sample	-1.2012%	-1.0490%	-1.1522%
Expected Shortfall Out Of Sample	-4.1656%	-4.0995%	-4.4895%
Minimo valore di fitness	200.1340	200.0624	200.0481
Violazione vincolo di budget	0	0	0
Violazione vincolo di rendimento	0	0	0
Violazione vincolo di short sales	0	0	0
Violazione vincolo sul numero minimo	0	0	0
Violazione vincolo sul numero massimo	0	0	0
N° di titoli in portafoglio	14	14	14
Violazione vincolo sulla quota minima	0.0176	0.0130	0.0173
Violazione vincolo sulla quota massima	0.0024	0.0070	0.0027
Violazione vincolo sui costi	0	0	0

Come si può notare dai dati in tabella, se si confrontano i dati relativi al rendimento conseguito nell'out-of-sample con i rispettivi dati contenuti in Tabella 10, si può notare una maggior esposizione per quanto riguarda i risultati in ambiente Normale. Questo si conferma anche valutando i valori dell'ES i quali sono mediamente più elevati.

Tra le varie prove in questione l'offerta che viene proposta dal Robo-Advisor al cliente riguarda la terza prova, cioè quella corrispondente al valore di fitness inferiore. Questa prova è quella caratterizzata anche dal valore di ES più elevato, confermando l'ipotesi fatta a priori che l'esposizione in ambiente Normale avrebbe assunto dei rischi maggiori che si sarebbero riversati nel futuro virtuale. In questo caso la perdita di un potenziale cliente che investe un capitale di € 5.000,00 nel 5% degli esiti peggiori si aggira mediamente attorno ai € 224,4750 al giorno. Confrontata ai risultati ottenuti nell'applicazione con ipotesi stabili si conferma più elevata.

APPENDICE 6.1

Nel presente Appendice vengono presentati i risultati grafici relativi al comportamento della funzione di fitness ed alla variazione patrimoniale di ciascuna prova.

Figura A6.1: Funzione di fitness portafoglio a basso rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.

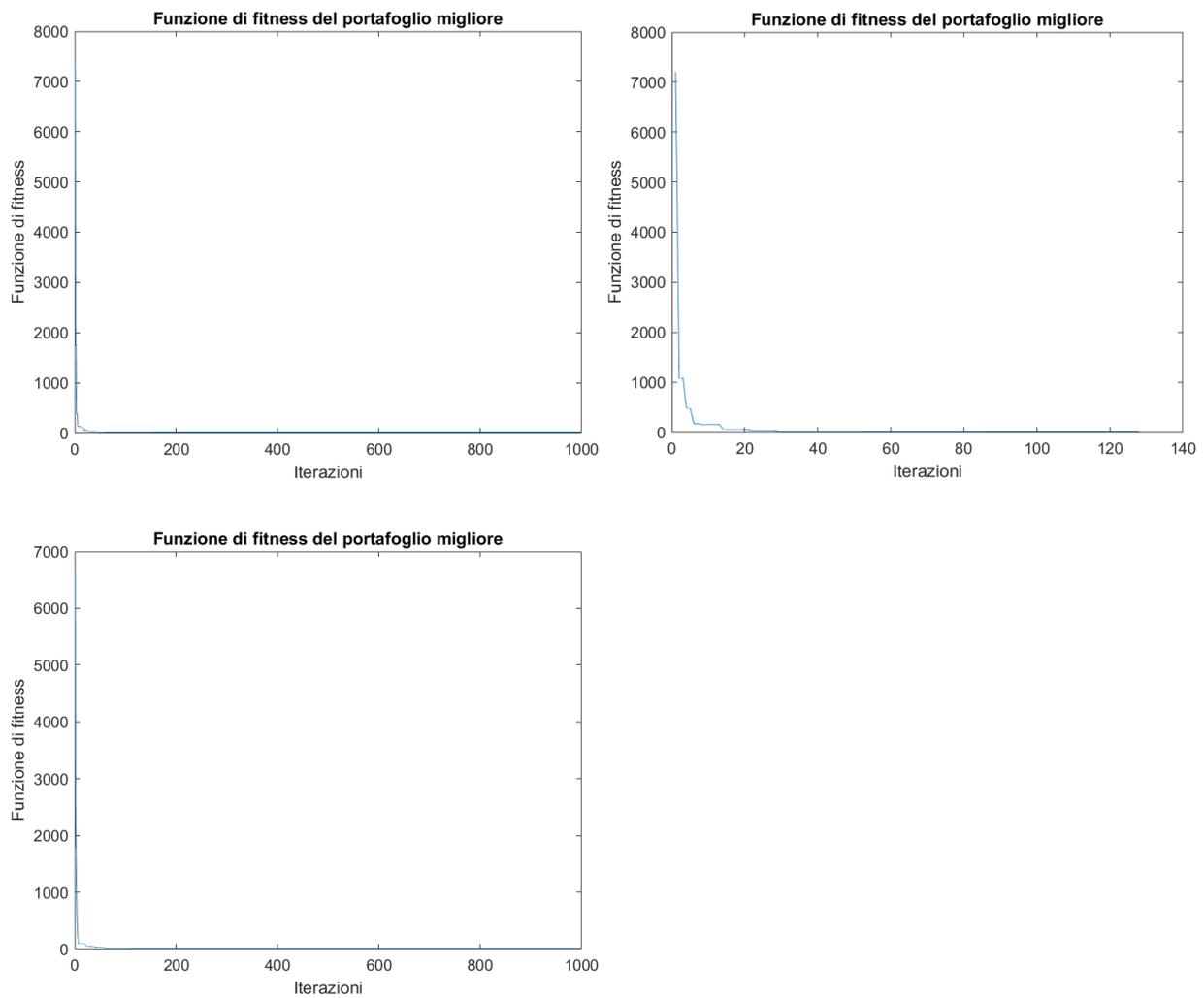


Figura A6.1.1: Funzione di fitness portafoglio a basso rischio, prima, seconda e terza prova. Caso Normale.

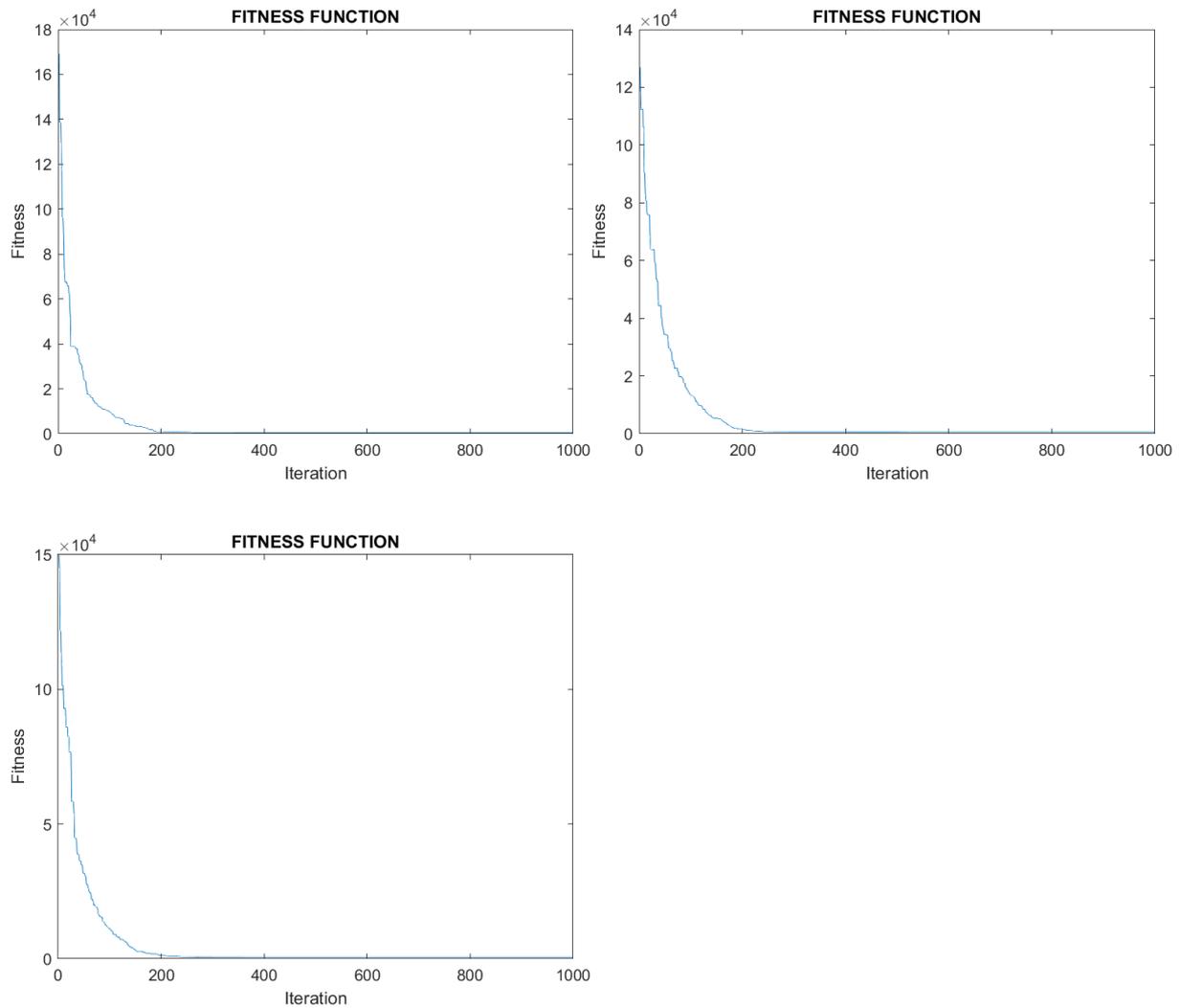
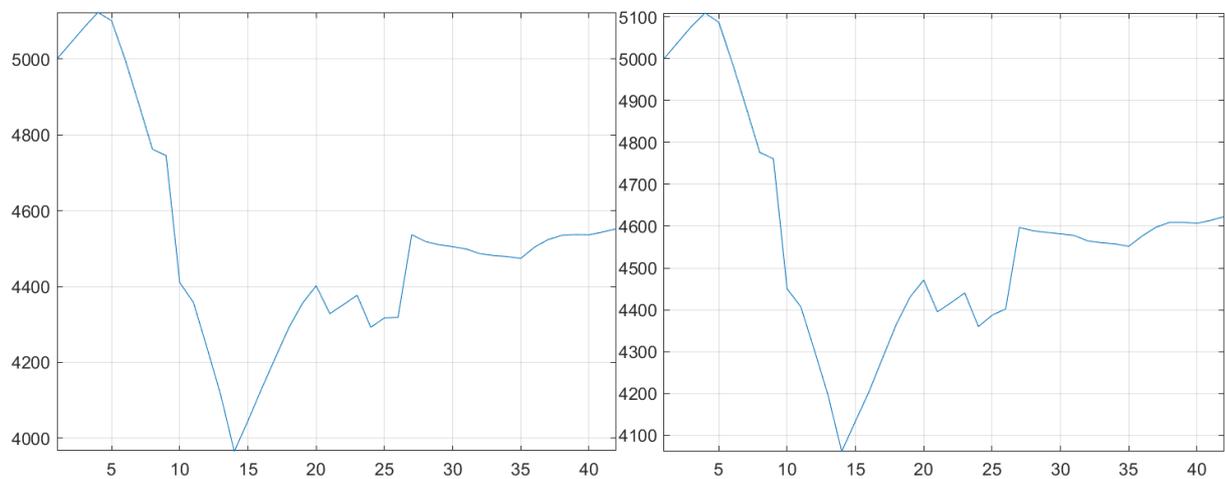


Figura A6.2: Valore del portafoglio a basso rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.



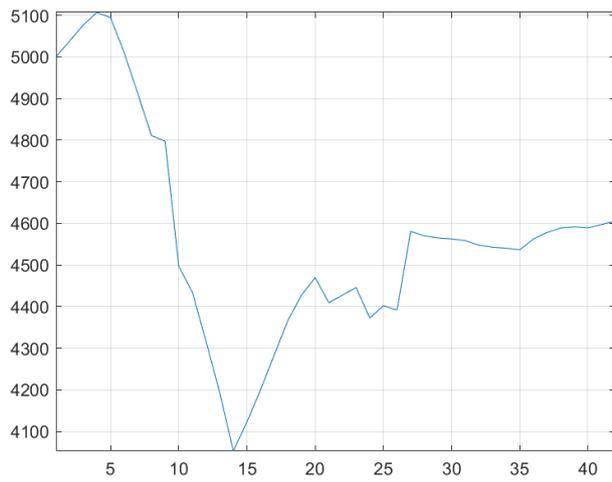


Figura A6.3: *Funzione di fitness portafoglio a medio rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.*

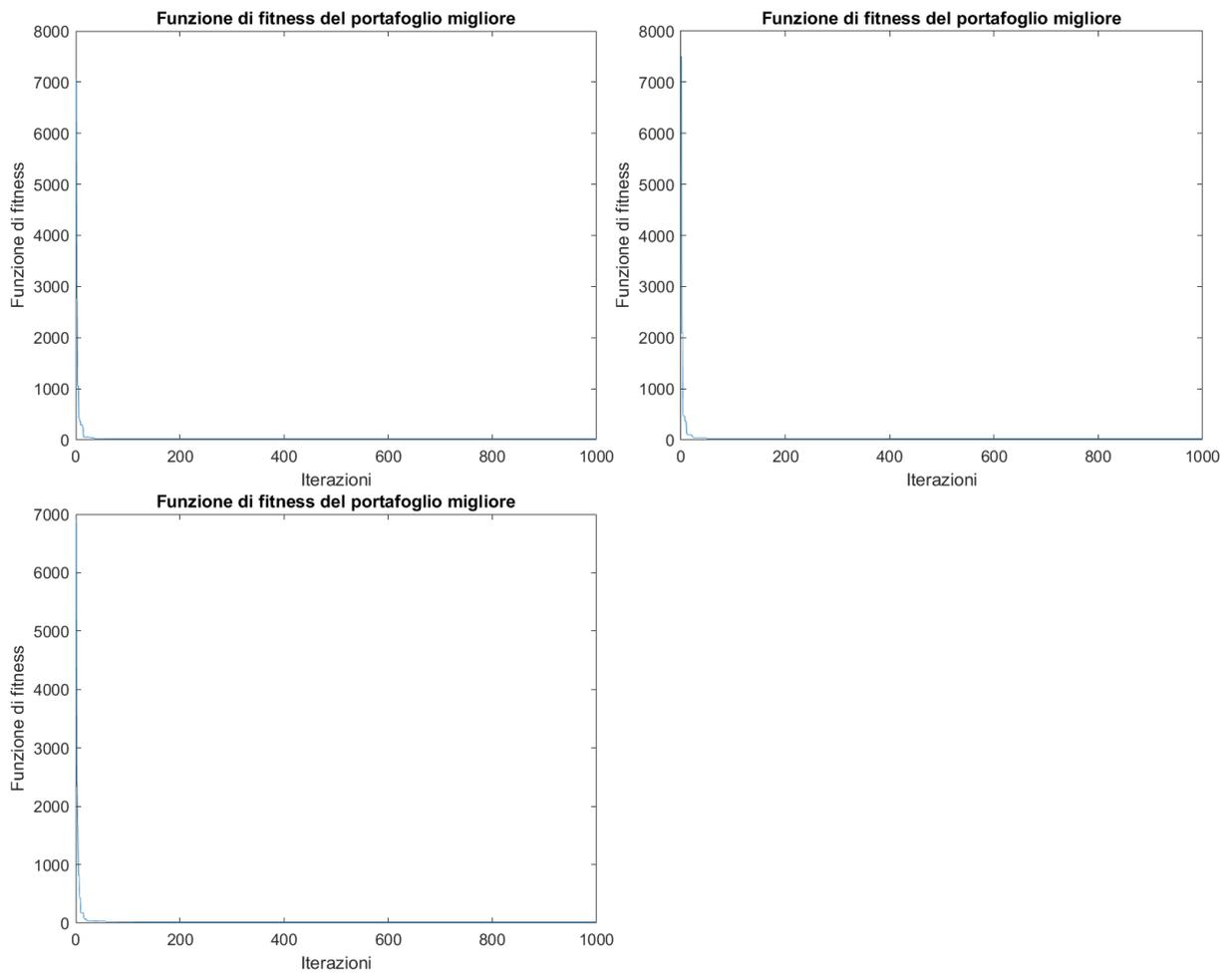


Figura A6.3.1: *Funzione di fitness portafoglio a medio rischio, prima, seconda e terza prova. Caso Normale.*

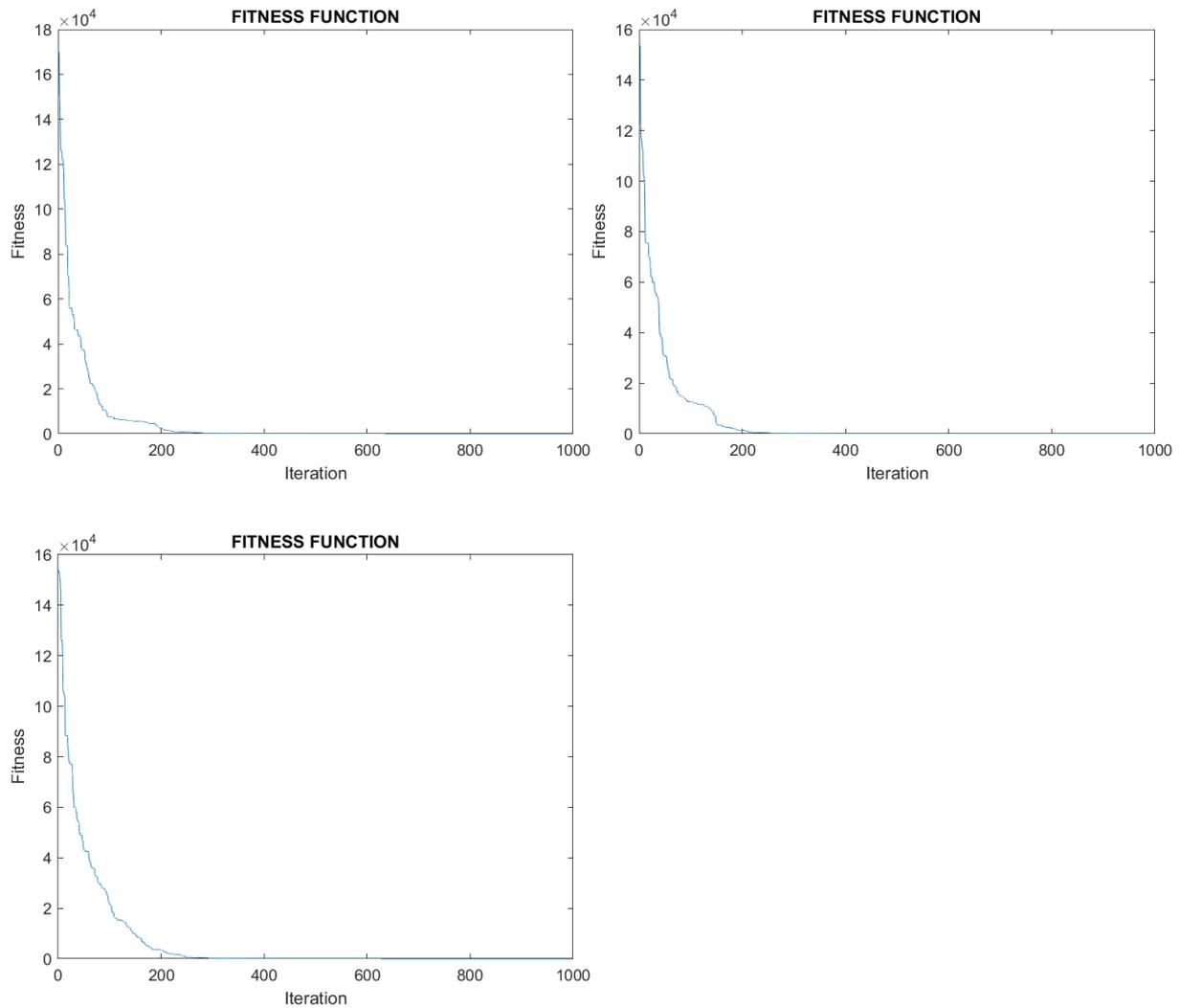
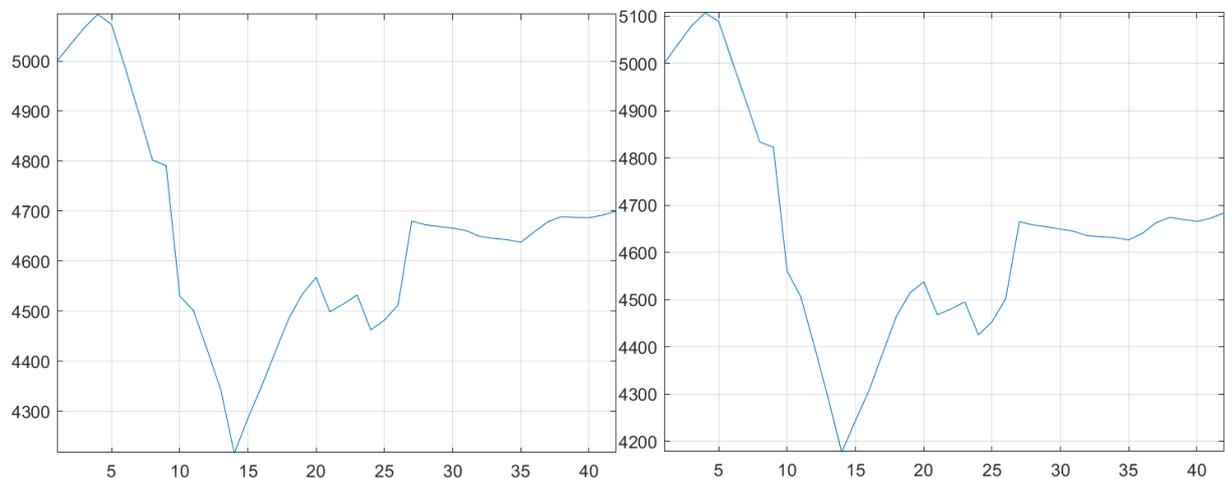


Figura A6.4: *Valore del portafoglio a medio rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.*



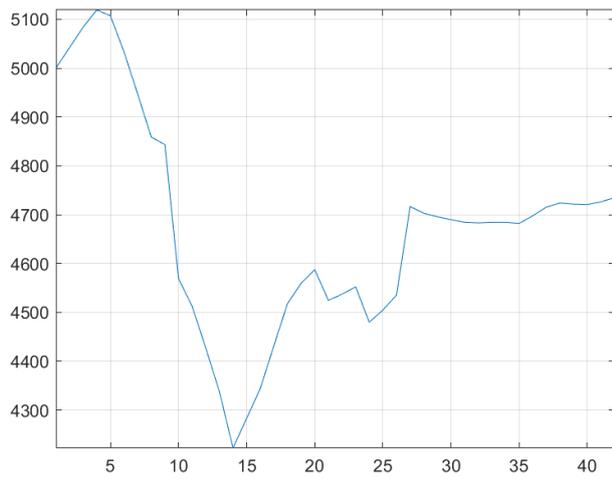


Figura A6.5: Funzione di fitness portafoglio ad alto rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.

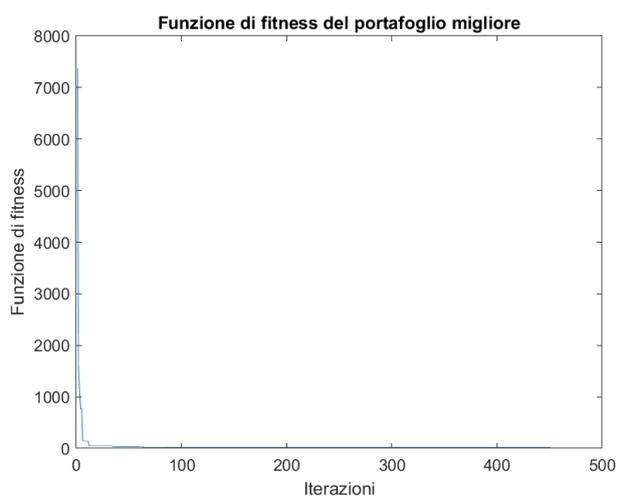
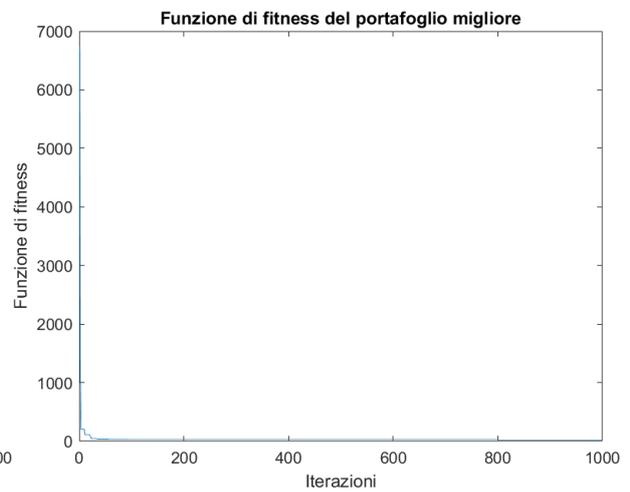
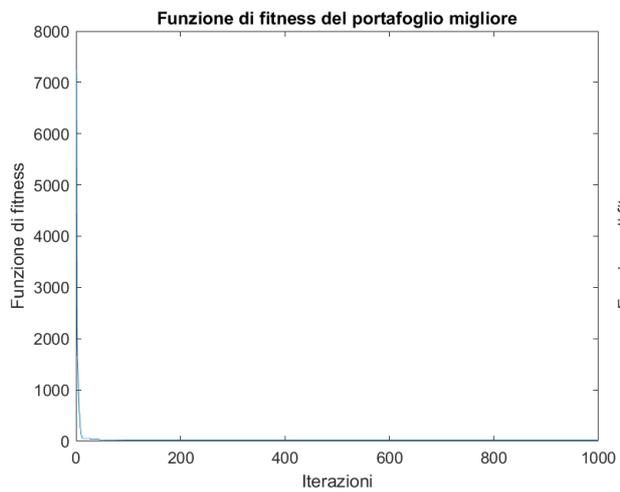


Figura A.5.1: Funzione di fitness portafoglio ad alto rischio, prima, seconda e terza prova. Caso Normale.

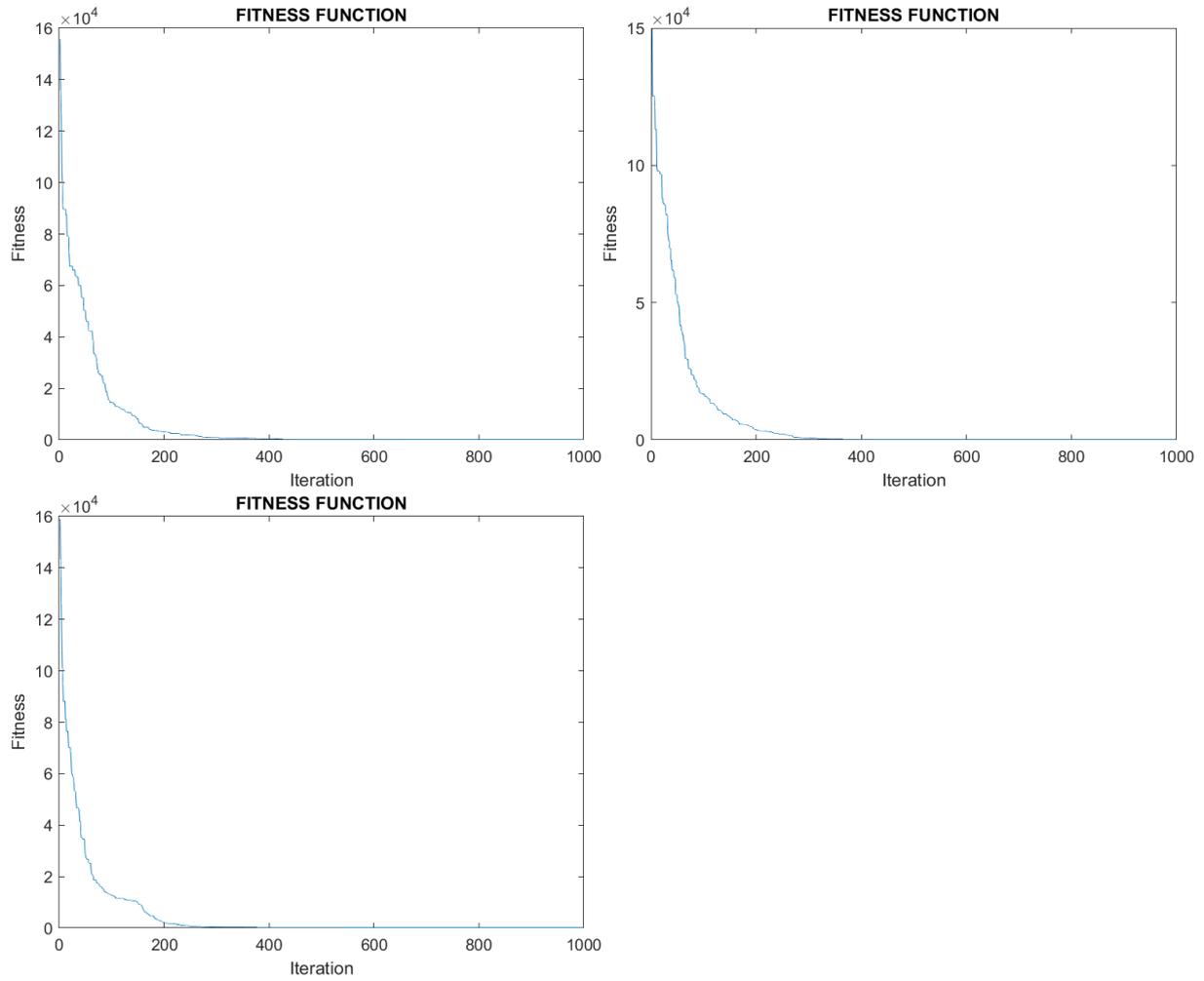
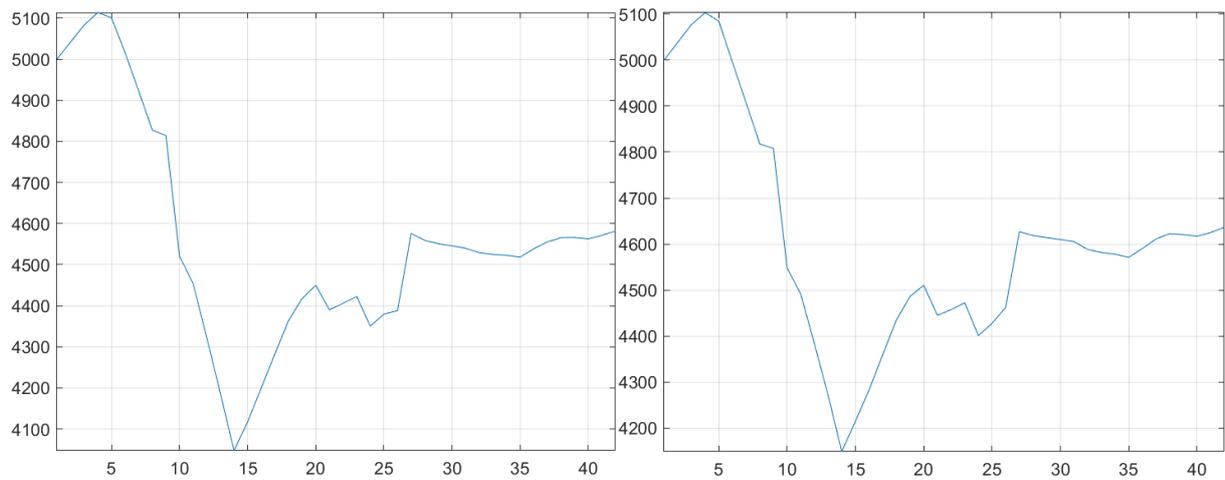
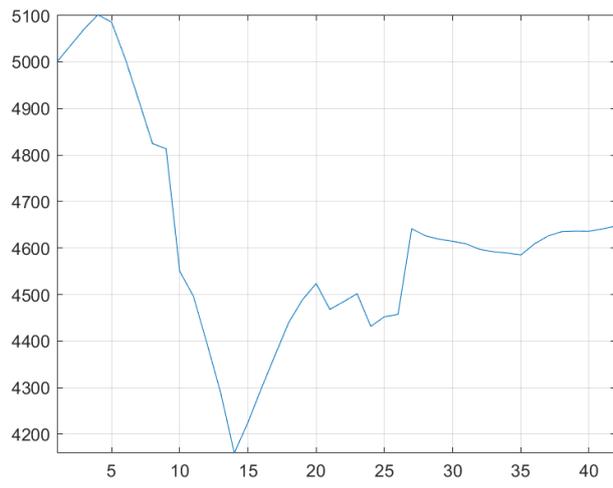


Figura A6.6: Valore del portafoglio ad alto rischio, prima, seconda e terza prova. Caso stabile.





CONCLUSIONE

L'obiettivo del presente elaborato è quello di proporre una strategia di *asset allocation* idonea al contenimento del rischio per investimenti in un contesto di consulenza automatizzata. Dopo aver introdotto la fattispecie dell'attività di consulenza sia da un punto di vista tradizionale, sia nell'ambiente di Robo-Advisory, è stato analizzato un elevato numero di piattaforme per verificare quali sono le strategie principalmente implementate. Di queste sono stati analizzati il valore totale degli asset gestiti, il numero di asset class utilizzate per la composizione delle offerte, il numero di portafogli in relazione agli obiettivi ed ai profili dei clienti, l'eventuale presenza di un operatore umano ed infine la tipologia di *asset allocation* utilizzata dal robot.

Quest'ultima caratteristica riguarda il cuore centrale dell'elaborato. Dopo aver presentato in modo dettagliato la proposta relativa al modello media-varianza, tecnica tra le più diffuse in ambito operativo, lo scopo che ci si è proposti di raggiungere è quello di verificare se i modelli utilizzati da queste strutture siano in grado di offrire soluzioni che garantiscano la tutela dell'investitore. Una volta verificato che l'impianto più diffuso tra i modelli di *asset allocation* è in linea con le proposte tradizionali si è deciso di porre un confronto con un modello alternativo che consideri maggiormente le probabilità connesse ai rischi.

A tal riguardo, il principale contributo di questo lavoro riguarda un confronto tra due modelli di costruzione di portafoglio fondati sull'utilizzo di due ipotesi strutturali differenti. Il primo metodo infatti è stato implementato assumendo che le distribuzioni di rendimento sono descritte dalla statistica Lévy-Pareto stabile, mentre il secondo fa uso della statistica Normale. La principale differenza tra questi due metodi riguarda la considerazione complessiva dei rischi. In generale, infatti, la statistica stabile permette di considerare una maggior probabilità al di sotto delle code, assumendo perciò che eventi estremi sono molto più frequenti rispetto a quanto ipotizzato con l'utilizzo della statistica Normale.

I modelli sono stati sviluppati attraverso l'utilizzo di MATLAB, un software del quale si sono potute sfruttare le capacità di calcolo per utilizzare la distribuzione di portafoglio assumendo queste due diverse ipotesi. Si è costruito un problema di ottimizzazione volto a minimizzare una misura di rischio, l'*Expected Shortfall*, la quale misura l'area sottesa la coda sinistra della distribuzione di rendimento dato un certo intervallo di confidenza. In questo modo si è potuto quantificare la perdita media in un determinato orizzonte temporale dato nel 5% degli esiti peggiori. A questo problema, si sono aggiunti una serie di vincoli tipici dei problemi di ottimizzazione di portafoglio, utilizzando i più diffusi nell'attività di consulenza. Per cercare di svincolarsi dalla difficoltà computazionale del problema, che dopo l'introduzione di vincoli misti-interi si inserisce nella categoria dei problemi *NP-hard* e *NP-complete*, si è fatto uso di un particolare processo risolutivo, la *Particle Swarm Optimization*. Attraverso questa metaeuristica si è potuto effettuare il processo di ricerca di una soluzione in tempi computazionalmente accettabili, generando dei portafogli efficienti. L'algoritmo utilizzato è infatti approssimativo,

nel senso che vengono ricercate una serie di soluzioni all'interno di una regione ammissibile all'interno della quale risiede il portafoglio ottimo.

I portafogli sia in ambiente stabile che Normale sono stati generati attraverso l'utilizzo degli stessi titoli e dello stesso periodo campionario, in modo tale da poter svolgere un paragone significativo. I portafogli sono stati generati in relazione a tre diversi profili di rischio, al fine di rendere il processo molto simile a quello svolto dalle piattaforme di Robo-Advisory. Per fare ciò, si sono modificati i parametri relativi alle quote di singoli strumenti da inserire nei vari portafogli in modo tale da produrre soluzioni differenziate in termini di rischio. In questo modo si sono sviluppate delle proposte in linea con le esigenze di investitori caratterizzati da un basso, medio e alto profilo di rischio. Per ciascuno di questi profili sono state svolte tre prove in modo tale da verificare anche le differenze nelle soluzioni che vengono prodotte dal processo metaeuristico.

I risultati ottenuti sono molto interessanti. Le proposte di portafoglio relative all'applicazione in ambiente stabile hanno mostrato maggior difficoltà nel rispetto di alcuni vincoli, ma sostanzialmente un livello di diversificazione più elevato, in quanto in nessun caso si sono evidenziate concentrazioni in singoli asset. Al contrario, le soluzioni generate in ambiente Normale hanno rispettato più spesso i vincoli, con qualche ammissibile eccezione, ma più volte si sono riscontrate situazioni di addensamento in quote di singoli titoli. Ad ogni modo, anche in questo caso il livello di diversificazione è sempre stato ritenuto sufficiente in quanto non si sono mai verificati eccessi oltre il 25% in singole quote. Le inefficienze riscontrate a questo livello sono ad ogni modo poco significative, e nel caso in cui la potenziale piattaforma di Robo-Advisor offrisse l'opportunità di revisione da parte di consulenti umani, cosa prevista in moltissimi servizi di *hybrid* Robo-Advisory, facilmente risolvibili.

A livello di performance il focus principale su cui è incentrato il lavoro riguarda la misura di rischio. Come già rimarcato, infatti, la proposta in ambiente stabile permette di considerare eventi estremi con una probabilità maggiore rispetto alla statistica Normale. Per il periodo analizzato che parte dal gennaio 2013 e si conclude nel dicembre 2019, caratterizzato da un mercato in leggera crescita, il confronto tra le composizioni ottenute implementando i due diversi algoritmi ha rispettato le attese. In un contesto di mercato non soggetto a particolari *shock* sistemici, la proposta in ambiente stabile ha generato soluzioni caratterizzate da valori di ES più elevati rispetto ai portafogli sviluppati in ambiente Normale. Si tratta di una conclusione plausibile dal momento che le ipotesi di distribuzioni di rendimento stabili portano a considerare una più elevata probabilità associata alla coda che descrive situazioni di mercato estreme.

Si tratta di un risultato molto importante dal momento che, delle 110 piattaforme di Robo-Advisory analizzate, nonostante l'utilizzo di misure e tecniche differenti per descrivere il rischio, tutte fanno uso della statistica Normale, ad eccezione di un raro caso. Questo può tradursi in termini reali in una sostanziale sottostima dei rischi da parte della maggior parte delle proposte di investimento in ambito automatizzato. Se a ciò si aggiunge la mancanza di un consulente umano volto alla revisione dei portafogli, in particolari scenari di mercato questo

può risultare particolarmente deleterio per il cliente, specialmente per quegli investitori che non possono sopportare ingenti perdite.

A tal proposito, il periodo di stesura di questo elaborato è stato caratterizzato dal manifestarsi di un'epidemia che nel giro di poche settimane si è trasformata in pandemia. La diffusione del cosiddetto Covid-19 sulla quotidianità delle persone ha avuto un impatto devastante, causando una crisi anche a livello economico di scala globale. Le ripercussioni sui portafogli finanziari sono una conseguenza dell'immobilità produttiva di gran parte degli impianti produttivi. Si è pertanto deciso di sfruttare questo periodo come prova della bontà dell'utilizzo delle ipotesi stabili per la costruzione di portafogli più conservativi.

I risultati riscontrati hanno permesso di eseguire delle interessanti considerazioni. In questo caso si riscontrano maggiori violazioni ai vincoli per entrambi i modelli utilizzati rispetto al periodo campionario precedente. Cambiano, tuttavia, le aspettative sul comportamento dei portafogli in termini di risultato. Il Coronavirus, oltre gli incalcolabili danni da un punto di vista sociale, ha causato ingenti perdite sul profilo economico-finanziario globale. Per questo motivo, ci si attende che i portafogli composti secondo il modello stabile siano capaci di affrontare in modo migliore i periodi di crisi. Per i tre diversi profili di rischio i dati rispettano quando ipotizzato in due casi sul totale dei tre analizzati. Si può quindi affermare che il modello permette di adattarsi alla realtà empirica in modo più efficace rispetto alle considerazioni che vengono eseguite tradizionalmente. Se l'analisi dovesse essere estesa su un numero maggiore di proposte ci si attende infatti che vengano confermate tale conclusioni.

Si può pertanto affermare che, la proposta di *asset allocation* sviluppata all'interno di questo lavoro rispetta molti dei requisiti necessari per la produzione di soluzioni di investimento in linea con la fattispecie di consulenza automatizzata. I portafogli generati attraverso l'algoritmo stabile permettono di considerare un livello di rischio molto più consistente rispetto alle proposte tradizionali, impiegando un tempo computazionale relativamente vantaggioso. Si ritiene inoltre, che, in linea con la fattispecie di Robo-Advisory più diffusa, la presenza di un eventuale consulente umano possa garantire una massimizzazione dell'utilità del servizio grazie ad una più elevata personalizzazione per il cliente.

Nonostante il rallentamento subito dall'economia in questo periodo, ci si attende in un prossimo futuro una diffusione sempre più ampia di questi servizi. Diventerà quindi necessario tutelare l'investitore non solo sotto un punto di vista legislativo ma anche attraverso l'implementazione di tecniche che permettano una maggior considerazione di potenziali rischi connessi ad eventi estremi.

Bibliografia

C. Acerbi, D. Tasche, 2002, “*Expected shortfall: a natural coherent alternative to value at risk*”, Journal of Banking & Finance 26, pp.379-388.

C. Acerbi, D. Tasche, 2002, “*On the coherence of the Expected Shortfall*”, Journal of Banking Finance, 1487–1503.

M.Y. Andramonov, M. Corazza, 2001, “*Mixed-integer non-linear programming methods for mean-variance portfolio selection*”, Rendiconti per gli Studi Economici Quantitativi, pp. 21-34.

P. Artzner, F. Delbaen, D. Heath, J.M. Eber, 1999, “*Coherent measures of risk*”, Mathematical Finance Volume 9, pp. 203–228.

M. Awuni, 2019 “*Robo-Advisory: The New Paradigm in Asset Management or a Millennial Fad?*”, International Journal of Contemporary Research and Review, pp. 21515-21524.

L. Bao, J. Yang, Y. Hanxi, Y. Wei, 2017, “*How Robo-Advisors Manage Investment Portfolios*”, Cutter Business Technology Journal, pp. 14-20.

I. Bavarsad Salehpoor, S. Molla-Alizadeh-Zavardehi, 2018, “*A constrained portfolio selection model at considering risk-adjusted measure by using hybrid meta-heuristic algorithms*”, Applied Soft Computing Journal, pp. 233-253.

J. E. Beasley, C. Lucas, M. Woodside-Oriakhi, 2013, “*Portfolio rebalancing with an investment horizon and transaction costs*”, Elsevier Ltd., pp. 406-420.

M. Beketov, K. Lehmann, M. Wittke, 2018, “*Robo Advisors: quantitative methods inside the robots*”, Crossmark, pp. 363-370.

T. Blackwell, J. Kennedy, R. Poli, 2007, “*Particle Swarm Optimization: An Overview*”, Swarm Intell, pp. 33-57.

T. Bourgeron, E. Lezmi, T. Roncalli, 2019, “*Robust Asset Allocation for Robo-Advisors*”, Working Paper Cross Asset Investment Strategy - Amundi.

S. Boyd, M. Fazel, M.S. Lobo, 2007, “*Portfolio optimization with linear and fixed transaction costs*”, Annals of Operations Research, pp. 341-365.

J. Brodie, I. Daubechies, C. De Mol, D. Giannone, I. Loris, 2009, “*Sparse and stable Markowitz portfolios*”, PNAS, pp. 12267–12272.

B. Bruder, N. Gaussel, J. C. Richards, T. Roncalli, 2013, "Regularization of Portfolio Allocation", SSRN.

L. Chih-Chung, D. Guang-Feng, L. Woo-Tsing, 2012, “*Markowitz-based portfolio selection with cardinality constraints using improved particle swarm optimization*”, Expert Systems with Applications - Elsevier, pp. 4558-4566.

T. D. Cocca, 2016, “*Potential and Limitations of Virtual Advice in Wealth Management*”, The Capco Institute Journal of Financial Transformation (Vol. 44), pp. 45–57.

E. Colombari, R. Tedeschi, 2019, “*Asset management, le nuove frontiere dell'automation*”, Prometia.

Consob, 2019, “*Report on financial investments of Italian households - Behavioural attitudes and approaches*”.

Consob, Regolamento intermediari Consob, delibera n. 20307, 15/02/2018, art. 40 (*Principi generali*) co. 1, aggiornato con le modifiche apportate con il d.lgs. n. 49, 10/05/2019.

Consob, Testo unico della Finanza, d.lgs. n.58, 24/02/1998, art. 1 “*Definizioni*”, aggiornato con le modifiche apportate con il d.lgs. n. 49, 10/05/2019.

Consob, Testo unico della Finanza, d.lgs. n.58, 24/02/1998, art. 18-bis “*Consulenti finanziari autonomi*”.

Consob, Testo unico della Finanza, d.lgs. n. 58, 24/02/1998, art. 24-bis “*Consulenza in materia di investimenti*” co.1.

M. Corazza, G. Fasano, R. Gusso, 2013, “*Particle Swarm Optimization with Non-Smooth Penalty Reformulation for a Complex Portfolio Selection Problem*”, Applied Mathematics and Computation, pp. 611-624.

T. Cura, 2009, “*Particle Swarm Optimization Approach to Portfolio Optimization*”, Nonlinear Analysis: Real World Application, pp. 2396-2406.

G. Di Pillo and L. Grippo, 1989, “*Exact penalty functions in constrained optimization*”, SIAM Journal on Control and Optimization, pp. 1333-1360.

V. Dorner, F. Glaser, D. Jung, S. Morana, 2018, “*Robo-Advisory Digitalization and Automation of Financial Advisory*”, Springer Nature, pp. 81–86.

ESAs Joint Committee (2015), p. 13, par. 22.

ESMA - European Securities and Markets Authority, 2018, “*Orientamenti su alcuni aspetti dei requisiti di adeguatezza della MiFID II*”, ESMA.

F. J. Fabozzi, S. T. Rachev, S. V. Stoyanov, 2010, “*Computational aspects of risk estimation in volatile markets: A survey*”.

E. F. Fama, 1963, “*Mandelbrot and the Stable Paretian Hypothesis*”, The Journal of Business, pp. 420-429.

M. L. Fein, 2015, “*Robo-Advisors, a closer look*”, Federated Investors.

N. Garleanu, L. H. Pedersen, 2013, “*Dynamic Trading with Predictable Returns and Transaction Costs*”, The Journal of Finance, pp. 2309-2340.

P. Giudici, G. Polinesi, 2018, “*Scoring models for robo-advisory platforms: a network approach*”, The Journal of Network Theory in Finance.

F. Glaser, D. Jung, 2019, “*Robo-Advisory: Opportunities and Risks for the Future of Financial Advisory: Recent Findings and Practical Cases*”, non pubblicato, pp. 11-20.

B.V. Gnedenko, A.N. Kokmogorov, 1954, “*Limit distributions for sums of independent random variables*”, Addison-Wesley Pub. Co., pp. 4-17.

T. Gneiting, 2011, “*Making and evaluating point forecasts*”, Journal of the American Statistical Association, pp. 746-762.

Gruppo di lavoro Consob, Scuola Superiore Sant’Anna di Pisa, Università Bocconi, Università di Pavia, Università di Roma ‘Tor Vergata’, Università di Verona, 2019, “*La digitalizzazione della consulenza in materia di investimenti finanziari*”, Quaderni FinTech Consob.

J. Hadamard, 1902, “*Sur les problèmes aux dérivées partielles et leur signification physique*”, Princeton University Bulletin, pp. 49–52.

I. Huber, S. Ortobelli, E. Schwartz, 2002, “*Portfolio selection with stable distributed returns*”, Mathematical Methods of Operations Research, pp. 265-300.

T. M. Idzorek, J. X. Xiong, 2011, “*The Impact of Skewness and Fat Tails on the Asset Allocation Decision*”, Financial Analysts Journal, pp. 23-35.

P. Jorion, 1997, “*In Defense of VaR*”.

T. Lando, S. Ortobelli, F. Petronio, 2015, “A *portfolio return definition coherent with the investors’ preferences*”, Journal of Management Mathematics, pp. 451-466.

J. Li, K. Smetters, 2009, “*Optimal Portfolio Choice with Fat Tails*”, Journal of Economic Literature.

C. Ludden, K. Thompson, I. Mohsin, 2015, “*The Rise of Robo-Advice: Changing the Concept of Wealth Management*”, Accenture.

B. Mandelbrot, 1963, “*New Methods in Statistical Economics*”, The Journal of Political Economy, pp. 421-440.

B. Mandelbrot, 1963, “*The Variation of Certain Speculative Prices*”, The Journal of Business, pp. 394-419.

H. Markowitz, 1952, “*Portfolio Selection*”, The Journal of Finance Vol. 7, No. 1, pp. 77-91.

A. Meola, 2017, “*Robo Investing Reviews: Performance & Fees Comparison*”, Business Insider.

R. O. Michaud, 1989, “*The Markowitz Optimization Enigma: Is “Optimized” Optimal?*”, Financial Analysts Journal, pp. 31-42.

I. A. Onour, 2012, “*Extreme Risk and Fat-tails Distribution Model: Empirical Analysis*”, ResearchGate.

S. Ortobelli, S. Rachev, E. Schwartz, 2004, “*The Problem of Optimal Asset Allocation with Stable Distributed Return*”, Stochastic Processes and Functional Analysis: A Volume of Recent Advances in Honor of M. M. Rao.

K. E. Parsopoulos, M. N. Vrahatis, “*Particle Swarm Optimization method for constrained optimization problems*”, Proceedings of the EuroInternational symposium on Computational Intelligence, 2002, pp. 214-220.

F. Rasiwala, B. Kohli, “*A study on awareness and perception of Robo Advisory services among investors in Pune City*”, SSRN-Elsevier, 2018.

Regolamento intermediari, art. 36 “*Requisiti generali delle informazioni*”, adottato con delibera n. 20307 del 15/02/2018.

M. Reher, C. Sun, 2016, “*Robo Advisers and Mutual Fund Stickiness*”, non pubblicato.

R. Ruiz-Torrubiano, A. Suarez, 2010, “*Hybrid Approaches and Dimensionality Reduction for Portfolio Selection with Cardinality Constraints*”, IEEE Computational Intelligence Magazine, Vol 5, pp. 92-107.

R. J. Shiller, 2009, “*Euforia irrazionale. Alti e bassi di Borsa*”, Il Mulino, pp. 15-16.

N. Taleb, 1997, “*Against Value at Risk: Nassim Taleb Replies to Philippe Jorion*”.

R. H. Thaler, 1985, “*Mental accounting and consumer choice*”, Marketing Science 4.

Sitografia

<https://www.acorns.com/>

<https://www.ally.com/>

<https://www.alphiwealth.com/it/>

<https://assetbuilder.com/>

<https://monviso.de/>

<https://www.betterment.com/>

<https://bevestor.de/home>

<https://bfv-etf-depot.de/>

<https://www.birdee.co/en/?country=eu>

<https://www.bloom.com/>

<https://www.castell-insight.de/>

<https://www.comdirect.de/geldanlage/cominvest.html>

<https://descartes-finance.com/>

<https://easyfolio.de/>

<https://www.easyvest.be/>

<https://www.ellevest.com/>

<https://www.e-invest.ch>

<https://etfmatic.com/>

<https://www.etoro.com/it/>

<https://us.etrade.com/>

<https://www.euclidea.com/>

<https://feelcapital.com/>

<https://www.fidelity.com/>

<https://www.finanbest.com/>

<https://finizens.com/>

<https://www.fintego.de/>

<https://www.fundamentalcapital.com/>

<https://www.fundshop.fr/>

<https://app.futureadvisor.com/>

<https://www.ginmon.de/>

<https://growney.de/>

<https://www.hedgeable.com/>

<https://www.highwavecapital.com/>

<https://www.inbestme.com/es>

<https://www.investa.de/en/investment-management>

<https://www.insoro.com/index.html>

<https://interactiveadvisors.com/>

<https://www.investify.com/>

<https://www.justwealth.com/>

<https://www.kapilendo.de/>

<https://www.keytradebank.lu/en/>

<https://liftoffinvest.com/>

<https://www.liqid.de/>

<https://www.mlfinance.com/>

<https://www.mariequantier.com/>

<https://meetinvest.com/>

<https://www.minveo.de/>

<https://www.modernadvisor.ca/>

<http://www.moneyfilter.de/>

<https://www.cpnim.com/>

<https://www.moneyfarm.com/it/>

<https://www.geld.de/moneymaker/>

<https://www.robomarkets.com/>

<https://www.motif.com/>

<https://nalo.fr/robo-advisors>

<https://nectarfinancial.com/>

<https://www.nestwealth.com/>

<https://www.nutmeg.com/>

<https://www.oskar.de/>

<https://www.peningar.de/>

<https://www.personalcapital.com/>

<https://targobank-pixit.de/>

<https://fincobank.com/it/online/consulenza/plus/>

<https://www.quirion.de/>

<https://www.maxblue.de/robin/startseite.html>

<https://www.home.saxo/>

<https://scalable.capital/>

<https://intelligent.schwab.com/>

<https://www.selma.io/>

<https://www.sigfig.com/>

<http://www.simplewealth.ch>

<https://www.sofi.com/>

<https://solidvest.de/>

<https://speedinvest.com/>

<https://www.stash.com/>

<https://swanest.com/>

<https://it.swissquote.com/robo-advisory/services/b2b-services>

<https://www.tdameritrade.com/>

<https://www.tiaa.org/>

<https://www.tinaba.bancaprofilo.it/>

<https://www.truevest.de/>

<https://www.truewealth.ch/>

<https://unitedincome.com/>

<https://www.valideacapital.com/>

<https://investor.vanguard.com/home/>

<https://www.visualvest.de/>

<https://www.vividam.de/>

<https://www.vermoegenszentrum.ch/>

<https://navigator.mmwarburg.de/>

<https://www.fintastico.com/it/>

<http://www.wealthhorizon.com/>

<https://www.wealthsimple.com/>

<https://www.wealthbar.com/>

<https://www.wealthfront.com/>

<https://www.weltsparen.de/>

<https://www.investiere.ch/werthstein-ag>

<https://wevest.capital/>

<https://whitebox.eu/>

<http://www.wisebanyan.com>

<https://www.wmd-capital.com/>

<https://www.olb.de/Landingpages/WW/>

<https://yellowadvice.chebanca.it/>

<https://www.yomoni.fr/>

<https://www.zacksadvantage.com/>

<https://www.hauck-aufhaeuser.com/zeedin>

<https://zenassets.com/>